

Aus der Chirurgisch-orthopädischen Abteilung des
Städtischen Krankenhauses Britz, Berlin-Neukölln
Chefarzt: Priv. Doz. Dr. med. Günter Friedebold

Die klinische Bedeutung
Lumbo-sacraler Winkelmasse
und die Grenzen ihrer Bestimmung

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Heinz Rihm

aus Berlin

1963

Aus der Chirurgisch-orthopädischen Abteilung des Städtischen
Krankenhauses Britz, Berlin-Neukölln
Chefarzt: Priv.Doiz.Dr.med.Günter F r i e d e b o l d

Die klinische Bedeutung
Lumbo-sacraler Winkelmasse
und die Grenzen ihrer Bestimmung

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Heinz R i h m
aus Berlin

Dekan: Professor Dr.med. Bernhard S c h m i d t
Referent: Priv.Do. Dr.med. Günter F r i e d e b o l d
Korreferent: Professor Dr.med. Alfred N. W i t t



Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 4. März 1963

I N H A L T

EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Seite 5

Anatomische Bauunterschiede des Lenden-Kreuzbein-Überganges. - Entwicklungs-geschichtliche, entwicklungsbedingte und umweltabhängige Faktoren. - Anpassungs-erscheinungen der knöchernen Formelemente unter der funktionellen Inanspruchnahme. - Probleme der Winkelmessung. - Die Winkelsysteme des Neigungswinkels und des Lenden-Kreuzbein-Winkels.

METHODIK

Seite 15

Messtechnik. - Die Analyse des Neigungswinkels. - Auswertung des Bildmaterials. - Durchführung der Untersuchungen.

ERGEBNISSE

Seite 30

Die Neigungswinkelbestimmung am Untersuchungsmaterial. - Statistische Analyse. - Die Bestimmung der Neigungswinkelwerte an foetalen Wirbelsäulen. - Schwankungsbreite der Messergebnisse. - Dekadenwertung. - Ergebnisse der Winkelanalyse. - Die Leistungsfähigkeit der Winkelsysteme. - Grenzen der Winkelbestimmung.

BESPRECHUNG

Seite 63

Auswertung der Messergebnisse. - Die pathologisch-anatomischen Veränderungen am Röntgenmaterial. - Die Bedeutung von Funktionsstörungen am Bewegungssegment. - Bewertung einzelner Segmentstellungen unter Berücksichtigung funktioneller und statischer Faktoren. - Die Bedeutung der Winkelmasse.

ZUSAMMENFASSUNG

Seite 82

LITERATURVERZEICHNIS

Seite 84

Einleitung und Problemstellung

Das klinische Symptom Kreuzschmerz hat komplexe Ursache, da es von vielen Organbezirken ausgelöst werden kann. Von der Wirbelsäule direkt abzuleitende Beschwerden finden für das Zustandekommen ihrer Symptome häufig eine schwierige oder ungenügende Erklärung, wenn das Röntgenbild keine pathologischen Veränderungen erkennen lässt. Überlegungen zur Statik oder Dynamik der Wirbelsäule versuchen dann die Pathogenese zu klären.

Es lag nahe, am Lendenkreuzbeinübergang das pathologische Moment lediglich in einer Fehlstellung oder besonderen Kippstellung des praesacralen Wirbels zu suchen, der im Mittelpunkt vektoreller Kräfte besonders häufig zu Form- und Stellungsänderungen disponiert. Eine Änderung des Lordoseausmasses und der lumbosacralen Winkelverhältnisse kann die Folge sein.

In vielen Fällen soll eine hochgradige Lendenlordose mit winkelmässiger Verkleinerung der Lendenwirbelsäulen-Kreuzbeinabknickung zur Auslösung lokaler oder radikulärer Kreuzschmerzen genügen.

Im Schrifttum wird immer häufiger auf die Winkelbestimmung als diagnostisches Hilfsmittel bei unklaren Kreuzschmerzen hingewiesen. Ebenso wird der Existenz eines pathologischen Winkelmasses widersprochen, zumal Ort und Art der eigentlich schmerzauslösenden Veränderungen im Röntgenbild nicht - oder noch nicht - erkennbar sind. Ausserdem ist bisher noch kein Beweis erbracht worden, ob die Winkelsysteme innerhalb ihrer Werte morphologisch gleichwertige Situationen zusammenfassen.

Zur Lösung dieser Aufgabe müssen zunächst die Probleme der Winkelmessung auseinandergesetzt werden. Dazu gehört die Begründung individuell unterschiedlicher Abknickungen des Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Überganges, um die zu erwartende Schwankungsbreite der Winkelwerte auch innerhalb physiologischer Grenzen verständlich zu machen.

Mit dem Übergang von der horizontalen zur senkrechten Körperhaltung hat der Mensch ein Achsenskelett erworben, das nur noch einer Unterstützungsfläche aufsitzt (STIEGELE). Dabei wurde die äussere Form hauptsächlich durch statische und dynamische Faktoren geprägt (WEIDENREICH).

Der halbaufrechte Gang der Menschenaffen hat zwangsläufig eine Haltungsänderung des Beckens und der Wirbelsäule bewirkt. Jedoch war das Skelett der neuen funktionellen Beanspruchung nicht angepasst, so dass die Beine im Hüft- und Kniegelenk nicht gestreckt werden konnten.

Bei der endgültigen Aufrichtung des Menschen ist es zu einer Umformung von Wirbelsäule und Becken gekommen. Erst dadurch wurde es möglich, die Rumpfachse in das

gestreckte Knie fortzuführen (STEHLE) und ein stabiles Gleichgewicht der Haltung zu erreichen. Eine Aufkippung des Beckens um ganze 90° war nicht möglich, ohne die Stabilität der unteren Extremität zu gefährden. Die komplette Aufrichtung musste deshalb mit einer zusätzlichen Abknickung der unteren Lendenwirbelsäule vor sich gehen (THOMSEN). Über die neu entstandenen Drehpunkte und die erforderlichen Schwerpunktsverlagerungen ist es zu einer technischen Konstruktion des Skelettes gekommen, die mit einem sich hebenden Schlagbaum verglichen wurde, der durch den weitgehend arretierten Beckensockel schliesslich abgelenkt werden musste (MARTIUS).

Wenn der Mensch damit auch ein architektonisch riskantes Körpergebäude besitzt, so ist dieser Knick andererseits eine statische Notwendigkeit. Er verleiht der Wirbelsäule die bestmögliche Abstützung und Korrektur aus Druck und Gegendruck, weil die resultierende Belastung (FICK) nicht in der Achse der Gesamtwirbelsäule liegt.

Aus der phylogenetischen Entwicklung ist hervorgegangen, warum dieser Wirbelsäulenabschnitt zwangsläufig eine individuelle Ausbildung erfährt.

Bereits beim Foeten werden Kräfte wirksam, die noch isolierten Knochenabschnitten eine gewisse Individualität verleihen. Edm. MARTIN weist darauf hin, dass durch entwicklungsmässig bedingte Verlagerung der Beckenwirbelkörper (hierzu zählen L_4 und L_5) die Beckenbänder unter Vorspann gesetzt werden, und den von ihnen umspannten Knochenteilen eine bestimmte Form und Stellung bei der weiteren Entwicklung aufzwingen.

Ebenso übt der Bauchinnendruck der Mutter (MARTIN, SEYS) auf Lage und Eigenbewegungen des Foeten im Uterus formgebenden Einfluss aus. Deshalb sind schon an foetalen Wirbelsäulen individuelle Unterschiede vorhanden. Wie später gezeigt wird, kommt es dabei trotz weitgehenden Fehlens der Lendenlordose zu erheblichen Winkelverschiedenheiten.

Nach der Geburt erfährt die Wirbelsäule durch ihre Inanspruchnahme umweltbedingte Formänderungen, die durch das wo, wie und wann individuell variieren. Erst in der Schlussphase der Entwicklung ist die Lendenlordose in ihrer typischen Form vorhanden. Ihre Ausbildung erfolgt, wenn das Kind Sitzen, Stehen und Laufen erlernt (RETTIG). Um Statik und Dynamik in sinnvoller Weise aufeinander abzustimmen, wird der Lendenknick durch Änderungen der unteren Lendenwirbelsäule und des Kreuzbein-Beckensockels unterschiedlich ausgebildet. Dabei wird der 5. Lendenwirbelkörper als letztes bewegliches Glied der Wirbelsäulenkette transformiert. Er ist ursprünglich mit einem nach vorn offenen Winkel von 10° - 40° (WYNEN) gegen das Kreuzbein angelegt und besitzt keilförmigen Bau. Funktionell notwendige Anpassungen können die Bodenplatten auswalzen, so dass mit dem Verlust der Gewölbekonturen die unteren Partien der Wirbelkörper breiter werden (DUUS, KAHLAU, KRÜCKE). Im Hinblick auf später zu besprechende pathologische Veränderungen ist wichtig, dass die Spinalnerven mit ihren Wurzeln zu einem Zeitpunkt ausgebildet werden,

wenn noch kein strukturelles Foramen intervertebrale vorhanden ist. Die knöcherne Umbauung der Nerven erfolgt je nach ihrer Lage im Sinne einer Anpassung (TÖNDURY).

Weil die Form der knöchernen Bauelemente der Funktion angepasst ist, kann es keinen Normaltyp für diesen Achsenabschnitt geben. Er wird bestenfalls nach der Häufigkeit bestimmt, ohne Besonderheiten zu berücksichtigen.

Wenn zum Beispiel im Alter die lumbosacralen Bandverbindungen nachgeben, vollzieht das Kreuzbein eine Drehung um seine quere Achse. Die Neigungsänderung ist mit der Ausbildung einer stärkeren Lordose verbunden (v. SCHUBERTH). Auch die Muskulatur ist ursächlich an der Ausbalancierung der endgültigen Abknickung beteiligt und greift korrigierend - unter Umständen von ganz entfernter Stelle - in sie ein. Weil ständige Muskelwirkung immer wieder wechselnde Haltungen erzwingt und Augenblicke innerhalb bestimmter Bewegungsabläufe darstellt, werden im Röntgenbild nur selten Ruhe- oder Normalhaltungen wiedergegeben. Deshalb wird auch die Winkelbestimmung davon abhängen, ob die Röntgenaufnahmen im Liegen oder Stehen angefertigt werden.

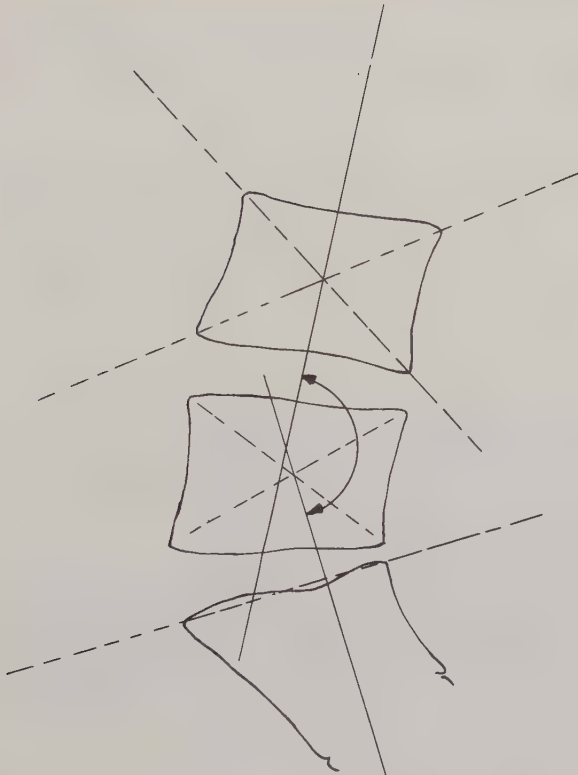
SCHEDE hat betont, dass nur in der Ruhehaltung, wenn lediglich Schwerkraft und Bänder formbestimmend sind, die für jeden Menschen typische Wirbelsäulenform zum Ausdruck kommt. Auch in dieser Situation wird der Vergleich von Winkelverhältnissen schwierig, weil bedeutungsvolle, noch nicht kontrakt gewordene Fehlhaltungen ausgeglichen werden können.

Es erscheint daher vermessen, an fixen Röntgenbildern Winkelmasse zu vergleichen und als Ausdruck lumbosacraler Beanspruchung zu bewerten. Darüber hinaus sind in der Vielzahl der Variationsmöglichkeiten schwer erfassbare Funktionsstörungen enthalten und verleihen dem Lenden-Kreuzbeinabschnitt eine besondere klinische Bedeutung.

Die angeschnittenen Probleme haben auf die Schwierigkeiten hingewiesen, lediglich aus den anatomischen Bauunterschieden und der wechselseitigen Stellung der Wirbelkörper gleichwertige Winkelsituationen aufzustellen.

Es ist deshalb notwendig, die Brauchbarkeit bekannter Winkelsysteme kritisch zu überprüfen. Dabei muss gerade den morphologischen Einzelsituationen innerhalb der Winkelmasse eine entscheidende Ausgangsposition für den klinischen Wert der Winkelmessung zukommen.

In letzter Zeit ist der von ALBRECHT in die Medizin eingeführte NEIGUNGSWINKEL besonders beachtet worden, weil er statische Faktoren des Achsenabschnittes berücksichtigen soll. Diese Besonderheit hat dazu geführt, in der Hauptsache dieses Winkelmaß in den eigenen Untersuchungen zu verwenden.



Der Neigungswinkel
nach ALBRECHT

Der Neigungswinkel

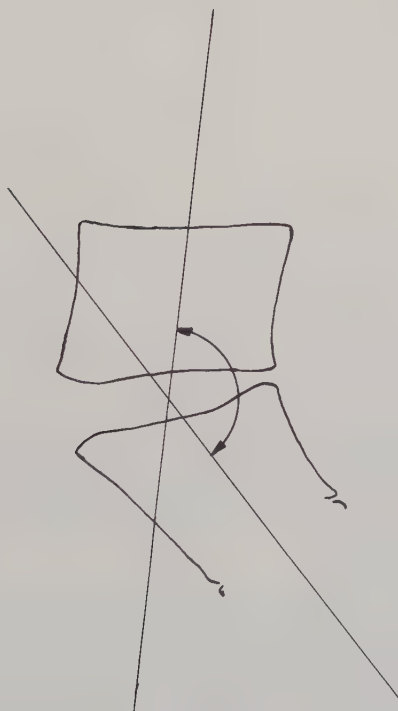
Definition (ALBRECHT) :

Ein nach hinten offener Winkel, der durch die aus dem Schnittpunkt des vorletzten Lendenwirbelkörpers gefällte Senkrechte und die auf der Kreuzbeintragfläche aufgesetzte, durch den Schnittpunkt des praesacralen Wirbels laufende Senkrechte, gebildet wird (Bild 1).

Bei der Messung wird der 5. Lendenwirbelkörper aus dem Masssystem herausgelassen und seine Kippstellung reaktiv über Beziehungen zu den Nachbarsegmenten bestimmt.

Diesem Vorgehen gibt ALBRECHT den Vorzug, weil die statischen Verhältnisse mehr berücksichtigt werden, wenn der im Mittelpunkt vektoreller Kräfte liegende - und durch sie transformierte - 5. Lendenwirbelkörper auch im Mittelpunkt des Winkelsystemes bleibt.

Unter den Winkeln anderer Autoren wurde der Lumbosacralwinkel oder Lenden-Kreuzbein-Winkel (JUNGHANNS) zum Vergleich ausgewählt, weil er den praesacralen Wirbelkörper direkt in das Winkelsystem einbezieht.



Der Lumbosacralwinkel
nach JUNGHANN'S

Definition (JUNGHANNS):

Der Lumbosacralwinkel (Bild 2) ist ein nach hinten offener Winkel, der von der Mittelachse des praesacralen Wirbels und der Mittelachse des 1. Kreuzbeinwirbels gebildet wird.

Die Unterschiede beider Winkelmasse sind durch ihren Vergleich eindeutig herausgestellt. Es erscheint nur fraglich, ob die wechselseitigen Beziehungen des 5. Lendenwirbelkörpers zu seinen benachbarten Formelementen derart funktionell sind, dass auch sie zur Erfassung der praesacralen Wirbelkörperkipstellung benutzt werden können. Vielmehr ist denkbar, dass bedeutungsvolle Stellungsbesonderheiten des 5. Lendenwirbelkörpers dem Spielraum funktioneller Erfassung entgehen (ERDMANN).

Diesen Bedenken kann nur nachgegangen werden, wenn die Formen und Stellungen praesacraler Wirbelkörper innerhalb der einzelnen Winkelmasse analysiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass gerade der 5. Lendenwirbelkörper wegen seiner Vielgestaltigkeit und Projektionsverzeichnungen im Röntgenbild (HEISE, SCHINZ) schwierig zu beurteilen ist.

Für die Untersuchungen muss deshalb eine fehlerfreie Messtechnik vorausgesetzt werden.

M e t h o d i k

Technisch korrekt durchgeführte Röntgenaufnahmen des lumbosacralen Überganges können Projektionsverzeichnungen der Wirbelkörperkanten hervorrufen, wenn im entsprechenden Abschnitt eine Achsenabweichung in der Frontalebene besteht.

Bei einer Adipositas des Hüftgürtels werden ebenfalls die Kantenverhältnisse undeutlich, oder in andere scharf gezeichnete Konturen projiziert, weil die Wirbelsäule um ihre Längsachse gedreht und aufgekippt wird. Deshalb muss eine Messtechnik ausgebaut werden, die das Winkelsystem nicht verzerrt.

Messtechnik

Ein anatomisches Präparat des lumbosacralen Überganges mit improvisierten, im Röntgenbild nicht verschattenden Bandscheiben aus Kork (Bild 3 und 4) wurde geröntgt ^x. Die Röntgenaufnahmen unterscheiden sich durch die Längsaufkippung der Wirbelsäule.

^x Herr Prof. E. v. H E R R A T H , Direktor der Anatomischen Anstalt der Freien Universität Berlin, war so freundlich, das Präparat für diese Zwecke zur Verfügung zu stellen.

Herr Prof. A. N. W I T T , Direktor der Orthopädischen Universitätsklinik der Freien Universität Berlin, hat die Durchführung der Röntgenaufnahmen in seiner Klinik ermöglicht.

Der freundlich gewährten Unterstützung meiner früheren Lehrer möchte ich hier danken.

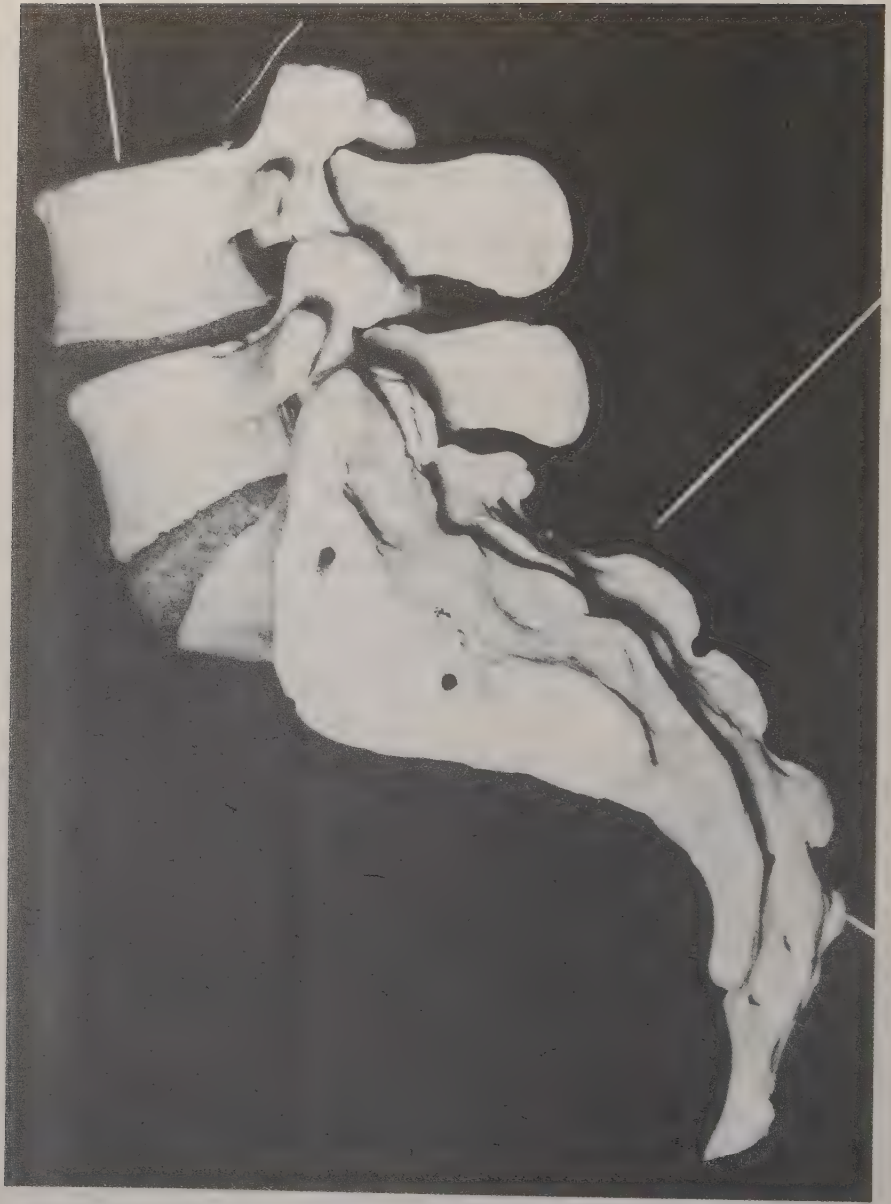


Bild 3

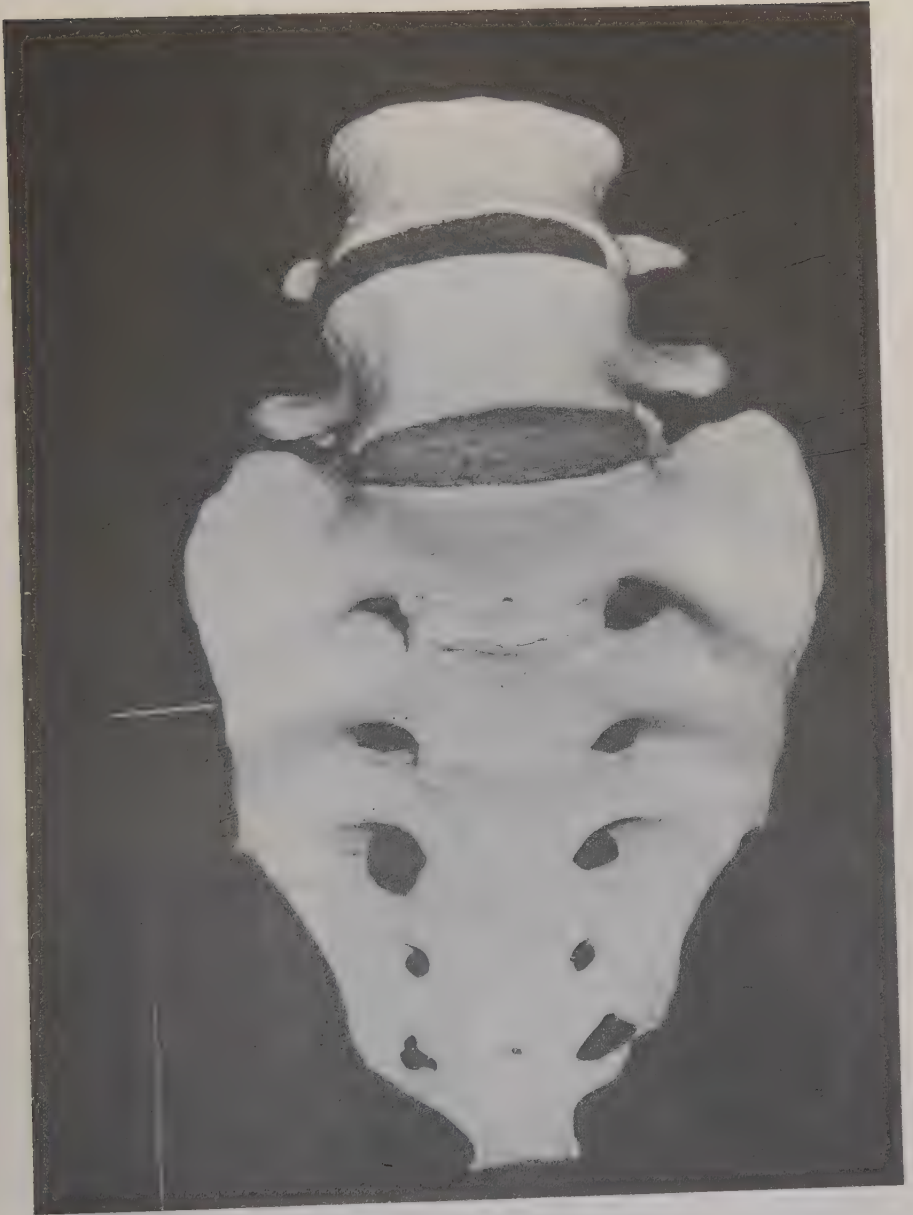


Bild 4



Bild 5

Neigungswinkel = $145,5^{\circ}$

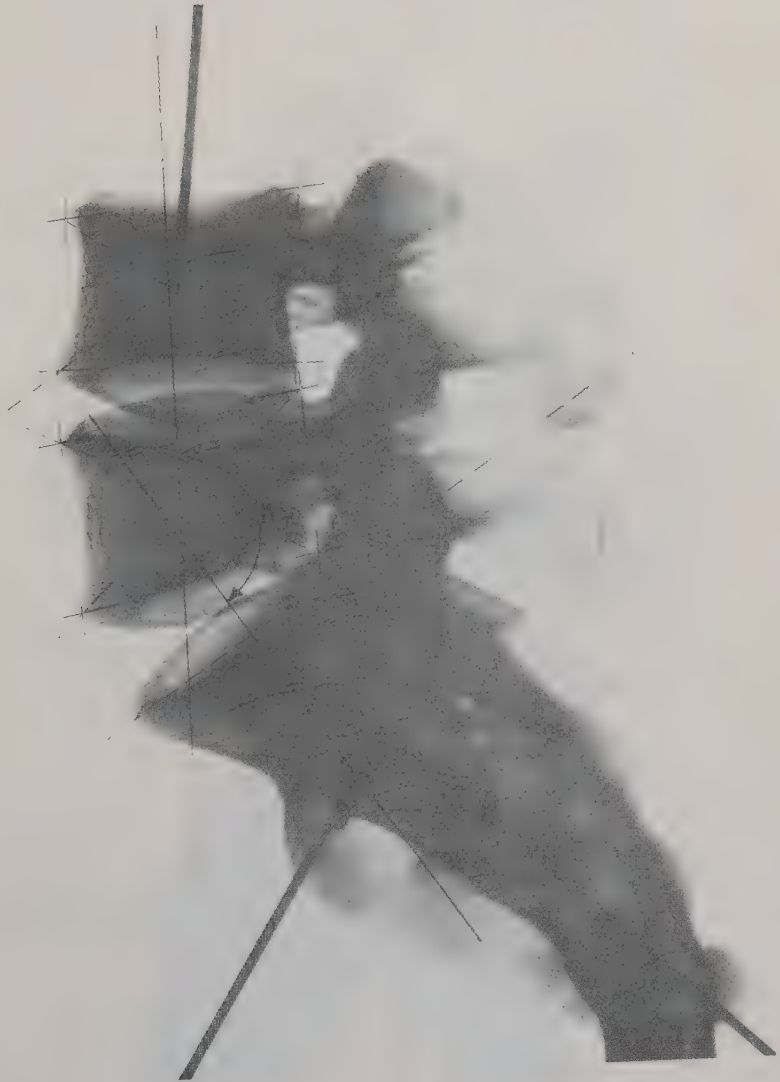


Bild 6

Neigungswinkel = $145,5^{\circ}$

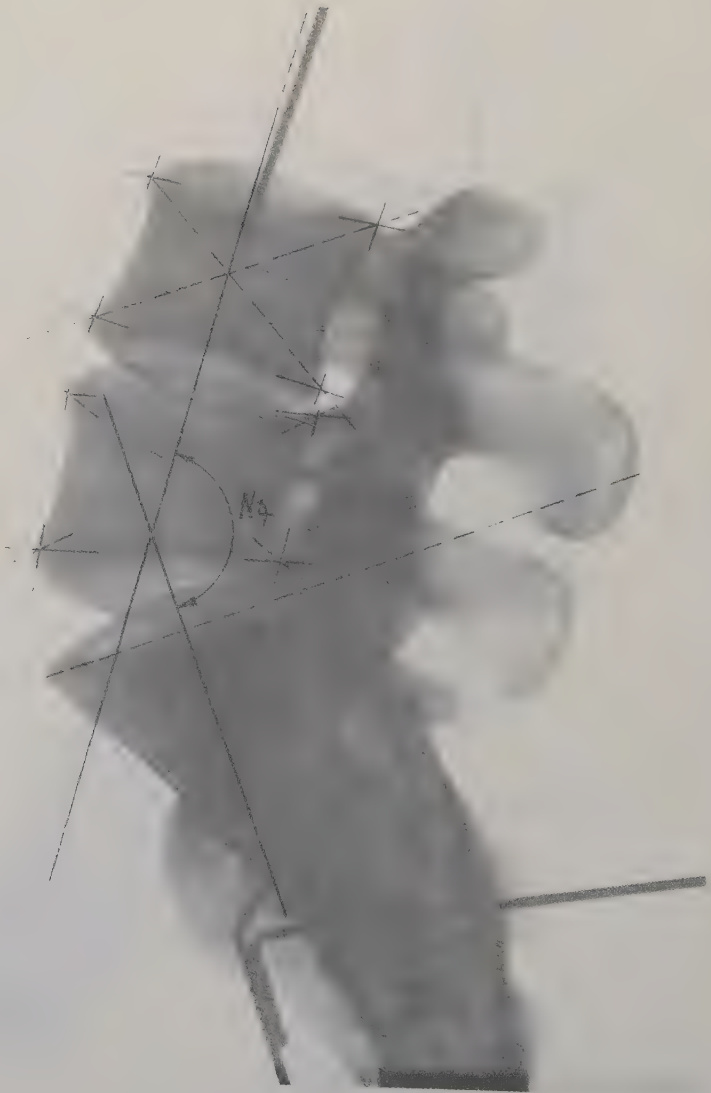


Bild 7

Neigungswinkel = $145,5^\circ$

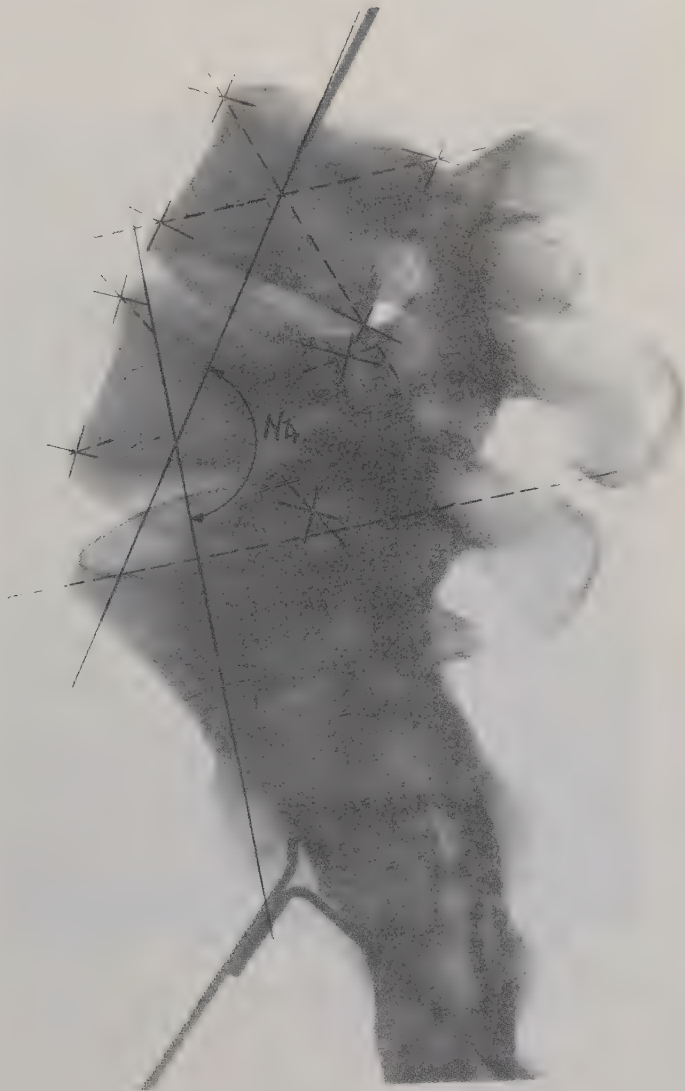


Bild 8

Neigungswinkel = $145,5^{\circ}$

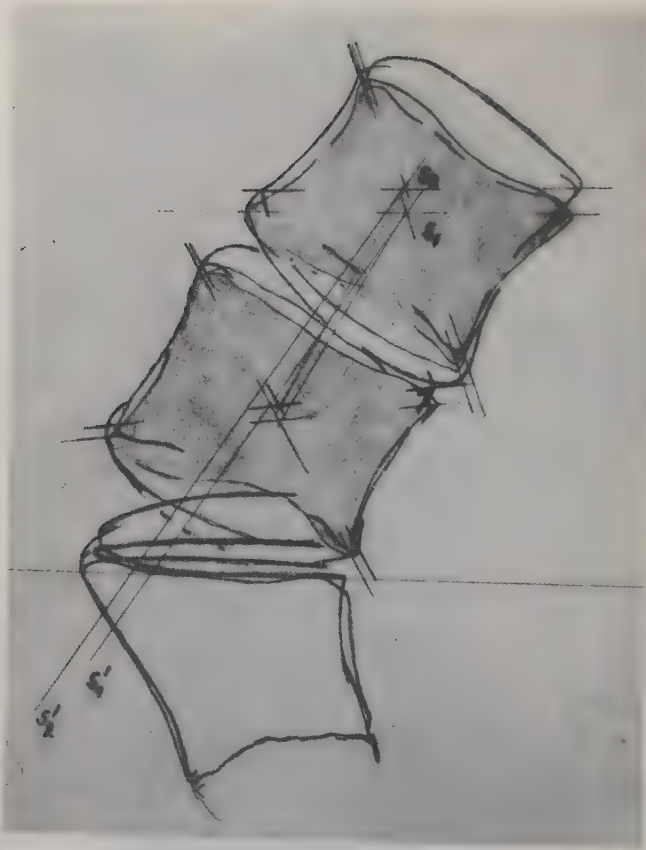
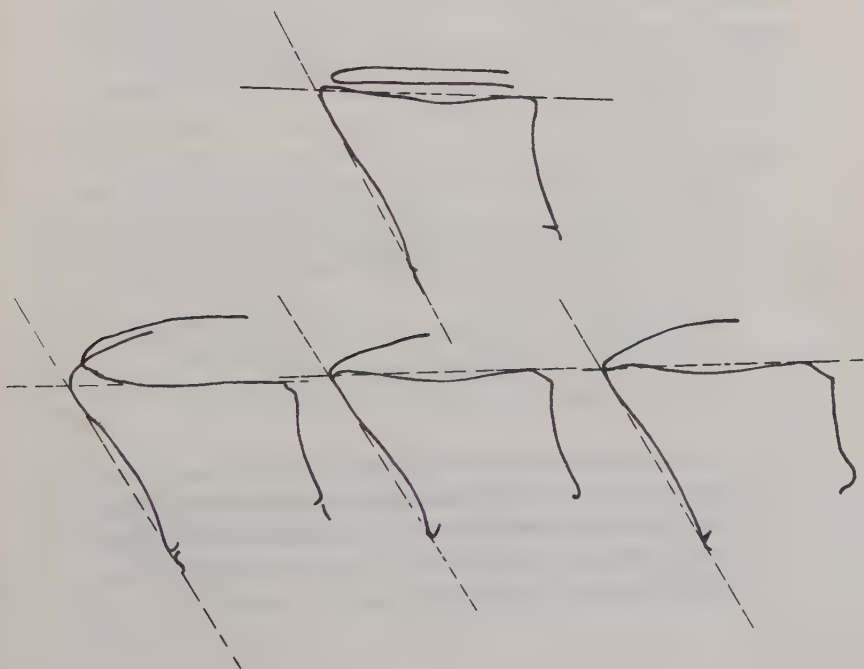
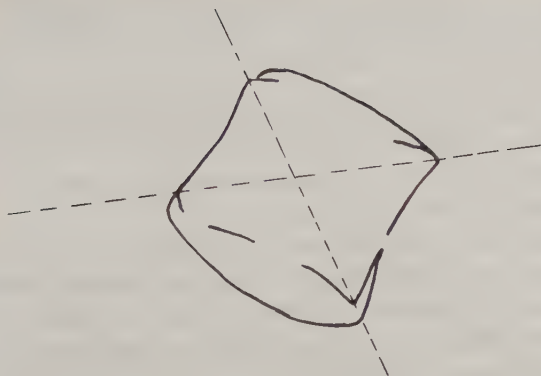


Bild 9 Die inanderprojektion von Bild 5 u. Bild 8



Das Röntgenbild (Bild 5) liegt parallel zum Tisch. Die Bilder 6, 7 und 8 sind um je 5° von caudal um die Längsachse gekippt.

Im ersten und letzten Röntgenbild zeigt der eingefügte Draht die Markierung der Kreuzbeintragfläche. Den Bildern 7 und 8 wurde ausserdem eine geringe Torsion um die Längsachse erteilt.

Die Ineinanderprojektion der Aufnahmen ergibt eine Inkongruenz bei sich immer mehr verwischenden Kantenverhältnissen. Ebenfalls werden die Ansatzpunkte der Kreuzbeintragfläche bei den stärker aufgekippten Aufnahmen ungenau (Bild 9).

Da alle Bilder einen gleich grossen Neigungswinkel besitzen, müssen entsprechende Fixpunkte ermittelt werden, damit jeweils das Lot aus den 4. Lendenwirbelkörper-Schnittpunkten mit der auf den Fixpunkten der Kreuzbeintragfläche gefällten Senkrechten, einen gleich grossen Winkel bildet.

Das ist dann der Fall:

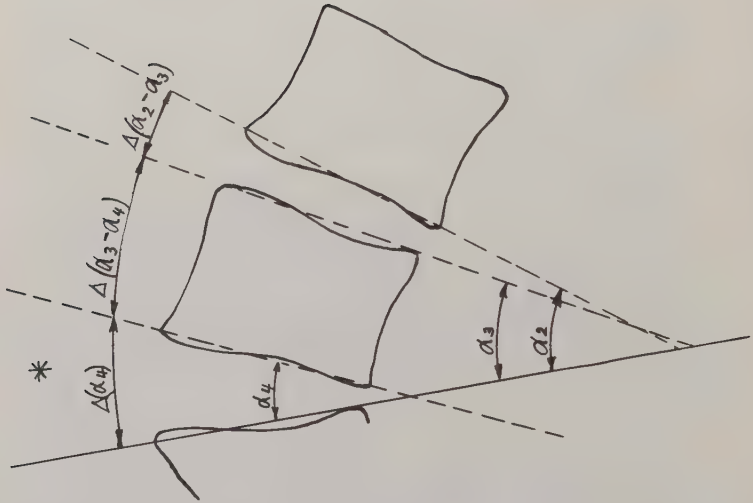
1. Wenn die Wirbelkörperschnittpunkte aus räumlich einander zugeordneten Kanten ermittelt werden (Bild 10).
(Ein nicht klar erkennbarer Kantenpunkt besitzt für den Schenkelabschnitt, und somit für die gefällte Senkrechte bereits einen Fehler !)
2. Wenn die Kreuzbeintragflächenlinie ventral durch den oberen, am meisten vorspringenden Punkt auf der Vorderkantenverbindung des 1. Kreuzbeinwirbels und dorsal durch den Gipfel der Verschattung gebildet wird (Bild 10).

Für genauen Bestimmung des Neigungswinkels sind die Fixpunkte der Wirbelkörperkanten und der Kreuzbeintragfläche vom Röntgenbild auf transparentes Papier gepaust worden. Der ermittelte Neigungswinkelwert beträgt bei allen Messungen $145,5^{\circ}$

Die Analyse des Neigungswinkels

Die morphologischen Stellungsverschiedenheiten des praesacralen Wirbelkörpers können erfasst werden, wenn seine Lage im eigenen Winkelsystem ebenfalls im Winkelmass bestimmt wird. Um brauchbare Vergleichsmöglichkeiten zum Neigungswinkelmass zu erhalten, muss die Winkeldimension beibehalten werden. Dabei bleiben allerdings parallel verlaufende Abstandsänderungen der Wirbelkörper zueinander als nicht winkelabhängige Situationen unberücksichtigt. Aus den analytischen Werten des 5. Lendenwirbelkörpers müssen morphologisch vergleichbare Bilder entstehen, die - mit dem lokalen Befund jeweiliger Stellungen der knöchernen Segmente zueinander - der funktionellen Situation gleicher Winkelmasse gegenüber gestellt werden können.

Das lordotische Ausmass der Lendenkreuzbeinabknickung vollzieht sich über 2 Etagen. Sie werden durch die gegenseitige Abknickung der beiden Lendenwirbelkörper und durch den Knick der Bodenplatte des 5. Lendenwirbelkörpers zur Kreuzbeintragfläche gebildet.



$$* \Delta(\alpha_4) = \alpha_4 \text{ (s. Text)}$$

Die Differenzwerte $\Delta(\alpha_2 - \alpha_3)$ und $\Delta(\alpha_4)$ sind absolute Grössen, deren Werte bei verschiedenen Neigungswinkelmassen vergleichbar sind, so dass Besonderheiten der gegenseitigen Abknickungen als lokale Situationen unabhängig vom Neigungswinkel zum Ausdruck kommen (Bild 11).

Die Abknickungen können direkt, oder als Differenzwerte an jeder Geraden gemessen werden, die einen Schnittpunkt mit den korrespondierenden Flächen besitzt. In der Analyse wurde die Kreuzbeintragfläche gewählt, um über α_2 , α_3 und α_4 Beziehungen zum Neigungswinkel zu schaffen. Da der Differenzwert $\Delta(\alpha_4)$ direkt von der Kreuzbeintragfläche gebildet wird, ist $\alpha_4 = \Delta(\alpha_4)$

Die Bedingungen einer Analyse sind damit erfüllt:

Aufgliederung im eigenen System mit der Form- und Lagebestimmung des bisher nur reaktiv erfassten praesacralen Wirbelkörpers innerhalb seiner Nachbarsegmente.

Die Werte der Analyse sind später an Röntgenpausen zu ermitteln, und bei den einzelnen Neigungswinkelmassen einzusetzen.

Auswertung des Bildmaterials

Die hier vorliegenden Untersuchungen stützen sich auf das Krankengut der Orthopädischen Universitätsklinik und Poliklinik der Freien Universität Berlin.

Es wurden sämtliche Röntgenbilder lumbosacraler Übergänge und Lendenwirbelsäulen des Jahres 1956 durchgesehen, die mit dem Hauptstrahl auf den 5. Lendenwirbelkörper zentriert worden waren. Soweit sich hochgradig degenerative und destruktive Veränderungen an den knöchernen Formelementen zeigten, kamen die Bilder für eine Winkelmessung nicht in Betracht.

Einige Ausnahmen werden wegen ihrer besonderen Bedeutung später herausgestellt.

Die Vielzahl vorhandener Schrägaufnahmen stellte im Hinblick auf pathologische Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken eine wertvolle Ergänzung des Bildmaterials dar.

Die Durchsicht eines zurückliegenden Jahrganges geschah mit der Absicht, die Winkelmasse bei später röntgenkontrollierten Patienten zu überprüfen.

Derartige Fälle kamen aber nicht vor.

Unter den angegebenen Gesichtspunkten wurden 136 Aufnahmen ausgewählt, die technisch einwandfreie Messergebnisse erwarten liessen.

Den Krankengeschichten und poliklinischen Aufzeichnungen war zu entnehmen, dass alle Versuchspatienten über Kreuzschmerzen geklagt hatten. Ursache der Beschwerden waren die verschiedenen Erkrankungen des Haltungs- und Bewegungsapparates der unteren Lendenwirbelsäule, des Beckens und der Extremitäten.

Ein Teil der Patienten wurde wegen Verdachtes auf eine traumatische Veränderung im Lenden-Kreuzbein-Gebiet geröntgt und war bis dahin beschwerdefrei. Aufnahmen erfolgten auch, um Anlagestörungen, Missbildungen und anderweitige Erkrankungen auszuschliessen. Deshalb weisen Röntgenbilder bisweilen pathologisch-anatomische Befunde auf, oder aber lassen sie überhaupt vermissen.

Eine genaue klinische Symptomatologie der Schmerzerscheinungen ist nicht von Bedeutung, weil im Folgenden die Formänderungen des Lenden-Kreuzbein-Bezirktes innerhalb gleicher und bei sich ändernden Winkelmassen erfasst werden sollen. Diese Untersuchungen sind einzig Sache der Winkelanalyse und an die vorkommenden Wirbelkörper-Stellungen gebunden. Aus diesen Gründen ist das vielseitig veränderte Röntgenmaterial besonders geeignet, die Brauchbarkeit der Winkelmasse in der Erfassung der morphologischen Situationen zu überprüfen.

In der anschliessenden Auswertung der Ergebnisse sollen die Segmentstellungen in Beziehung zu dem allgemeinen Symptom " Kreuzschmerz " gebracht werden. Dabei müssen die pathologisch-anatomischen Veränderungen des Ausgangsmaterials besprochen werden, in wie weit sie Winkelverschiedenheiten hervorrufen.

Die Durchführung der Untersuchungen muss mit der Bestimmung der Neigungswinkelwerte am vorhandenen Bildmaterial beginnen, um überhaupt vorkommende Winkelmasse und ihre Schwankungsbreite zu ermitteln.

E r g e b n i s s e

Die Neigungswinkelbestimmung am Untersuchungsmaterial

In der folgenden Tabelle I (Seite 30 - 37) sind die ermittelten Winkelwerte grössenmässig aufgeführt. Die Tabellenspalten enthalten Alter und Geschlecht, sowie die Röntgenbefunde der Versuchspatienten.

Auf Seite 39 wird eine Zusammenfassung nach der Häufigkeit ermittelter Werte wiedergegeben.

Tabelle I (Neigungswinkelwerte)

Lfd. Nr.:	Neigungs- winkel	Geschl.	Alter	Anatomisch-pathologischer Röntgenbefund
1	129,0°	♂	53	Z ₅ verschmälert, geringe Osteochondrose
2	130,0°	♂	30	Spondylolisthesis LWK ₅ deutliche Deformierung der Intervertebrallöcher
3	131,0°	♀	48	Geringe Osteochondrose untere LWS.
4	132,0°	♂	55	Zustand nach Oberschenkel- amputation, Coxarthrose
5	132,5°	♂	29	o. B.
6	133,0°	♂	48	Osteochondrose L ₄ /L ₅ mit geringen spondylotischen Ausziehungen
7	135,0°	♂	51	Coxarthrose
8	135,0°	♀	56	Spondylosis def. leichte Arthrosis def. der kleinen Wirbelgelenke

Tabelle I (Neigungswinkelwerte)

9	135,0°	♂	44	Stumpfhypertrophie nach Oberschenkelamputation Z ₅ verschmälert
10	135,0°	♀	57	Lumbosacralarthrose, (deutliche Schliffurchen an den kleinen Wirbelgelenken)
11	135,5°	♀	48	Lumbale Osteochondrose, leichte Lendenskoliose
12	136,0°	♂	55	Lumbosacralarthrose (ausgeprägte Schliffsklerosen an den kleinen Wirbelgelenken)
13	136,5°	♀	38	Lumbago-Ischias-Syndrom mässige Bandscheibendegeneration mit reaktiver Spondylose des lumbosacralen Überganges. Einengung der Foramina intervertebralia
14	137,0°	♂	13	Mässige Skoliose der LWS., Knick-Plattfüsse bds. Lendenlordose vertieft
15	138,0°	♀	18	(LWS-Prellung) o. B.
16	138,0°	♂	18	M.Scheuermann, Ossifikationsstörung im LWS-Bereich
17	138,0°	♂	58	Osteochondrose, Sklerosierung der angrenzenden Deck- und Grundplatten
18	138,0°	♂	61	Osteochondrose dem Alter entsprechend, deutliche Einengung der Intervertebrallöcher
19	138,5°	♀	16	o. B.
20	139,0°	♂	23	(LWS-Prellung) o. B.
21	140,0°	♀	14	Rundrücken mit leichter Skoliose, M.Scheuermann
22	140,0°	♂	31	o. B.
23	140,0°	♂	51	Osteochondrose, Spondylarthrose

Tabelle I (Neigungswinkelwerte)

24	140,0°	♀	18	Fixierter Rundrücken, die obere LWS mit einbeziehend
25	140,0°	♂	47	M.Bechterew, fortschrei- tende Verknöcherung des vorderen Längsbandes
26	140,0°	♀	56	Spondyl. def. Z ₄ ver- schmälert
27	140,0°	♂	58	Zustand nach Unterschenkel- amputation, Z ₅ verschmälert
28	140,0°	♂	56	Skoliose, Osteochondrose dem Alter entsprechend
29	140,5°	♂	81	Lumbago.Lasègue positiv Osteochondrose Z ₄ /Z ₅ verschmälert
30	140,5°	♀	57	Spondyl. def.
31	141,0°	♀	59	Zustand nach Nucleotomie Z ₅
32	141,0°	♂	22	Zustand nach Infekt- spondylitis
33	141,0°	♀	40	Osteoporose
34	141,5°	♀	42	Osteochondrose LWS, Baastrup, kissing spines von L ₃ - S ₁
35	141,5°	♂	23	Zustand nach Fraktur BWS.
36	142,0°	♀	37	Spondylolisthesis LWK ₅ , Baastrup an den unteren Spinalfortsätzen
37	142,0°	♂	23	Übergangswirbel
38	142,0°	♂	17	o. B.
39	142,0°	♀	29	Geringe Spondylarthrose
40	142,0°	♂	17	o. B. (LWS-Prellung)
41	142,0°	♂	52	Coxarthrose
42	142,0°	♀	18	M. Scheuermann
43	142,0°	♂	30	Spondylarthrose def.

Tabelle I (Neigungswinkelwerte)

44	142,0°	♂	52	Osteochondrose
45	143,0°	♀	50	Osteochondrose
46	143,0°	♂	47	Lumbosacraler Bandscheiben- vorfall, Baastrup Z ₅ verschmälert
47	143,0°	♀	30	Z ₅ verschmälert
48	143,0°	♀	24	Tiefsitzende Skoliose
49	143,0°	♂	55	Spondyl. def.
50	143,0°	♀	23	o. B.
51	143,0°	♂	21	o. B.
52	143,0°	♀	33	Z ₅ verschmälert
53	143,5°	♂	60	Osteochondrose LWS., Drehgleiten zwischen L ₃ und L ₄ , keine radiku- lären Reizerscheinungen
54	143,5°	♂	33	Radikuläre Symptome, Osteochondrose
55	143,5°	♂	53	Osteochondrose, Ischialgie Lasègue positiv, Z ₅ ver- schmälert, Foramen inter- vertebrale eingeengt
56	144,0°	♂	35	Osteochondrose
57	144,0°	♂	24	Geringe Osteochondrose
58	144,0°	♂	49	Osteochondrose, Spondyl. def. Arthrose der kleinen Wirbelgelenke
59	144,5°	♀	43	Tiefsitzende Skoliose
60	144,5°	♀	62	Osteochondrose LWS.
61	144,5°	♀	4	o. B.
62	144,5°	♀	54	Lumbago-Ischias-Syndrom Lasègue bds. positiv, Osteochondrose, Arthrosis def. der kleinen Wirbel- gelenke

Tabelle I (Neigungswinkelwerte)

63	145,0°	♀	41	Osteochondrose LWS Z ₅ verschmälert
64	145,0°	♀	64	Osteochondrose und LWS-Prellung
65	145,0°	♂	45	Lumbosacralarthrose
66	145,0°	♀	17	Lumbago, Z ₅ verschmälert
67	145,0°	♀	52	Osteochondrose
68	145,0°	♂	38	Osteochondrose
69	145,5°	♂	29	Deckplatteneinbruch LWK ₄
70	146,0°	♂	38	o. B.
71	146,0°	♀	44	Z ₅ verschmälert, Spondyl. def.
72	146,0°	♀	56	Osteochondrose, Schliff- furchen an den kleinen Wirbelgelenken
73	146,5°	♀	42	Z ₅ verschmälert
74	146,5°	♀	23	o. B.
75	146,5°	♀	14	M. Scheuermann, leichte Skoliose LWS.
76	146,5°	♀	51	Zustand nach Oberschenkel- amputation, Fehlbelastung durch Prothese. Spondyl. def. der LWS.
77	147,0°	♂	47	Leichte Spondylose
78	147,0°	♂	42	Coxarthrose, Z ₅ verschmälert
79	147,5°	♂	35	(LWS-Prellung) o. B.
80	148,5°	♀	27	Tiefsitzende Skoliose
81	148,5°	♀	35	Tiefsitzende Skoliose, Klaffen der kleinen Wirbel- gelenke
82	148,5°	♀	32	M. Scheuermann
83	148,5°	♂	25	o. B.

Tabelle I (Neigungswinkelwerte)

84	148,5°	♀	34	o. B.
85	149,0°	♂	41	Lumbosacralarthrose, kleine Wirbelgelenke erheblich sklerosiert
86	149,0°	♂	57	Osteochondrose Spondylarthrose
87	149,0°	♀	10	o. B. (LWS-Prellung)
88	149,0°	♂	32	Geringgradige Osteochondrose
89	149,5°	♀	12	M. Scheuermann
90	149,5°	♂	14	Abriss der Querfortsätze LWK 1-3
91	149,5°	♂	18	Skoliose, deutlich sicht- bares Klaffen der kleinen Wirbelgelenke
92	149,5°	♂	23	o. B.
93	149,5°	♂	40	Osteochondrose
94	150,0°	♀	34	Z ₅ verschmälert
95	150,0°	♀	29	Zustand nach Fraktur LWK I (Kompressionsfraktur) kleine Wirbelgelenke inkongruent und vermehrt sklerosiert
96	150,0°	♀	20	o. B.
97	150,0°	♂	15	o. B. (LWS-Prellung)
98	150,0°	♂	33	Z ₅ verschmälert
99	150,0°	♀	45	Zustand nach Oberschenkel- amputation, radikuläre Symptome, Osteochondrose
100	150,0°	♂	15	o. B.
101	150,5°	♀	42	Akutes Bandscheibensyndrom Spondylarthrosis def.
102	150,5°	♀	23	Zustand nach Beckenfraktur
103	150,5°	♀	35	Osteochondrose mit Wurzelreizerscheinungen

Tabelle I (Neigungswinkelwerte)

104	150,5°	♂	44	Z ₅ verschmälert
105	151,0°	♀	20	Nucleus. pulp. Hernie L ₄₋₅ mit radikulären Reizerscheinungen, Lasègue positiv.
106	151,0°	♀	36	Osteochondrose, Z ₅ ver- schmälert, Arthrosis def. der kleinen Wirbelgelenke
107	151,0°	♀	41	Sakralisation LWK ₅
108	151,5°	♀	18	Spastische Hemiplegie, leichte Skoliose LWS.
109	151,5°	♀	22	o. B.
110	152,0°	♂	29	o. B.
111	152,0°	♂	10	Teillumbalisation
112	152,0°	♂	28	Randleistenapposition
113	152,5°	♀	21	Retrolisthese LWK ₅ , Arthr. def. der kleinen Wirbel- gelenke
114	152,5°	♂	29	Deckplatteneinbruch LWK ₄
115	152,5°	♂	35	o. B.
116	153,0°	♀	52	Spondylarthrosis def.
117	153,0°	♀	22	o. B. (LWS-Prellung)
118	153,0°	♀	73	Osteochondrose
119	153,5°	♂	30	o. B.
120	153,5°	♀	46	Osteochondrose
121	153,5°	♀	9	Übergangsstörung
122	154,0°	♀	17	Z ₅ verschmälert, Ischias- skoliose, Lasègue positiv Rethrolisthese LWK ₅
123	154,0°	♂	19	Übergangsstörung
124	154,00	♀	43	Spondyl. def.

Tabelle I (Neigungswinkelwerte)

125	155,0°	♀	56	Osteochondrose
126	155,0°	♂	41	Spondylarthrose
127	155,5°	♂	44	Ischialgie li. bei Spondylose der LWS. muskuläre Verspannung, schmerzhafte Fixations- haltung mit Aufhebung der Lendenlordose
128	155,5°	♀	28	Chron. Lumbago Osteochondrose
129	156,0°	♀	18	o. B.
130	156,0°	♀	27	Spina bifida
131	157,5°	♀	23	o. B.
132	157,5°	♂	29	Fixierter Rundrücken Zustand nach M.Scheuermann
133	158,0°	♂	47	Coxarthrose, Beinverkürzung li., Osteochondrose
134	158,0°	♂	55	Osteochondrose
135	158,5°	♂	18	tiefsitzende Skoliose der LWS. Klaffen der kleinen Wirbelgelenke
136	159,0°	♂	22	Ischialgie mit Lendensteife bei Osteochondrose und Spondylarthrose LWS. Nucl. pulp. Hernie bei Z ₅ . Arthrosis def. der kleinen Wirbelgelenke, Z ₅ verschmälert, deutliche Einengung des Interverte- bralspaltes.

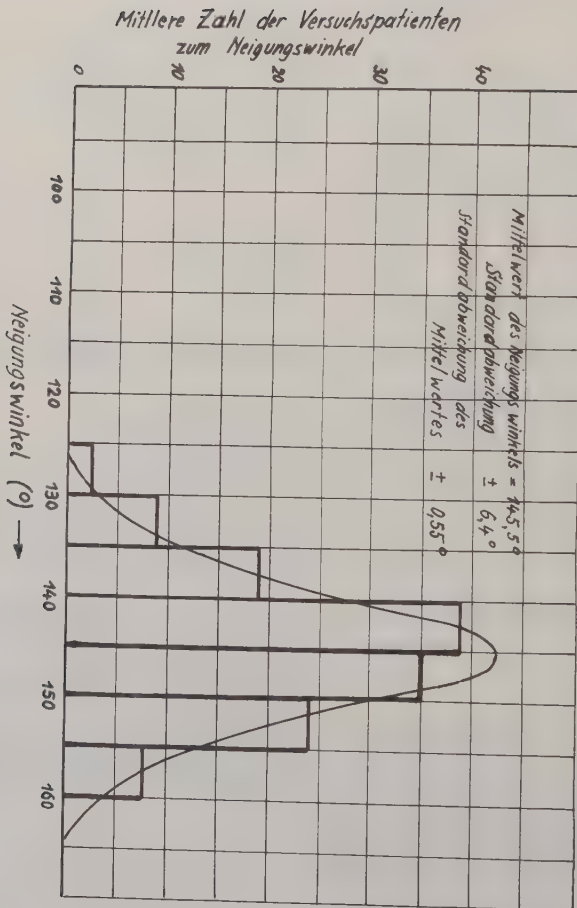


Bild 12

Um keine zufälligen Schwankungen der Einzelwerte für jeden Winkel zu erhalten, sind die Winkelmasse in Klassen von je 5° zusammengefasst. Bei dieser Einteilung liegen die Klassenanzahlen bis auf eine Ausnahme oberhalb von 5.

Neigungswinkelbereich in $^{\circ}$			Anzahl der Messungen
121	-	125	0
126	-	130	2
131	-	135	9
136	-	140	19
141	-	145	39
146	-	150	35
151	-	155	24
156	-	160	8
161	-	165	0
Wertskala d. Messung			
129	-	159	136

In Bild 12 wird die graphische Darstellung der Winkelgruppen wiedergegeben. Ausserdem enthält das Bild die Kurve der dazugehörigen Normalverteilung. (Gleicher Mittelwert und gleiche Standardabweichung.) Dabei ergibt sich eine befriedigende Übereinstimmung.

Die Wahrung der biologischen Normalverteilung zeigt, dass das Material willkürlich gemessen wurde, und keine Auslese nach bestimmten Winkelgraden darstellt.

Das Krankengut wurde vielmehr nach Gesichtspunkten vorhandener Rückenschmerzen zusammengestellt. Deshalb legen die normalverteilten Werte nahe, das Ergebnis als Stichprobe einer Grundgesamtheit (wegen Kreuzschmerzen geröntgter Patienten) statistisch auszuwerten ^x.

Nach den Regeln der t-Verteilung liegt der Erwartungsbereich für den Mittelwert der Grundgesamtheit, bei einer Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5%, bei Winkelwerten zwischen $144,4^{\circ}$ und $146,7^{\circ}$.

Die Einzelwerte in Tabelle I lassen erkennen, dass sich die Wertskala der 136 Winkelmasse aus den verschiedenen Röntgenbefunden nahezu gleichmässig zusammensetzt. Auch bei den pathologisch-anatomischen Befunden gekennzeichnete radikuläre Schmerzerscheinungen zeigen keine signifikanten Winkelmasse. Es erübrigt sich, eine Berechnung der Häufigkeit durchzuführen. Ebenso sind Altersgliederungen und Trennungen des männlichen und weiblichen Geschlechtes annähernd gleichmässig über die Winkelwerte verteilt.

^x Herr Dr. Dr. G. FUCHS (Städtisches Krankenhaus Neukölln, Berlin-Buckow) hat in dankenswerter Weise die statistische Analyse besorgt.

Bild 13

N_4

Bild 14

N_4

N_4

Bild 15

Bestimmung der Neigungswinkelwerte an foetalen

Wirbelsäulen

Es wurde früher darauf hingewiesen, dass bereits foetale Wirbelsäulen individuelle Formunterschiede besitzen.

Die Bilder 13 - 17 zeigen die Neigungswinkelbestimmung an Ganztaufnahmen mazerierter Wirbelsäulen ^x.

<u>Bild</u>	<u>Neigungswinkel</u>		
13	170,0°	♂	Totgeburt 48 cm, 2700 gr.
14	168,0°		Mens IV-V 18 Stunden Lebensalter
15	155,0°	♂	Mens IX, Frühgeburt 6 Tage gelebt 44 cm, 1190 gr.
16	154,5°	♂	ausgetragene Totgeburt
17	147,5°	♂	13 Monate altes Kind

Bei der Winkelmessung mussten die dem Alter der Foeten und Frühgeburten entsprechenden eiförmigen Wirbelkörper berücksichtigt werden. Um von einheitlichen Messungen auszugehen, wurden die Messpunkte an den Wirbelkörperkanten aus den Schnittpunkten der mittleren Höhe der 4. Lendenwirbelkörper und ihrer Seitenflächen ermittelt.

^x Herr Priv.Doiz.Dr.H. R E T T I G (jetzt Orthopädische Universitätsklinik Giessen) hat die Wirbelsäulen präpariert. Für die Möglichkeit, sein Material hier zu verwenden, sei ihm vielmals gedankt.

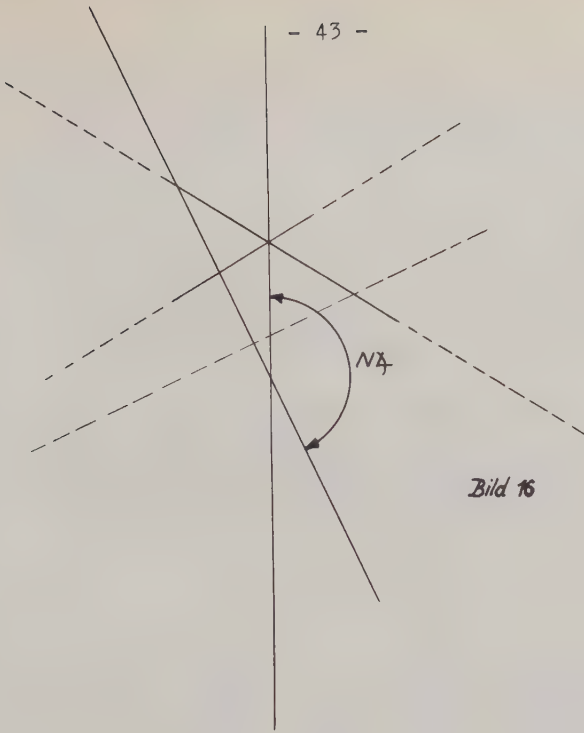


Bild 16

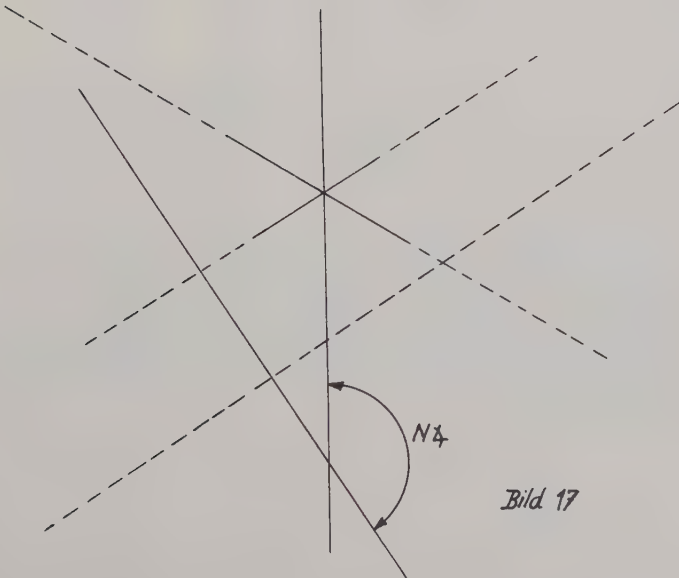


Bild 17

Die Winkelunterschiede an foetalen Wirbelsäulen und Totgeburten geben einen Anhalt für die unterschiedlichen Grössenordnungen in diesem Alter.

Entsprechend der Streuung der Winkelwerte am Untersuchungsmaterial kommt zum Ausdruck, dass erhebliche Winkelverschiedenheiten nicht ausschliesslich auf postnatale Ursachen oder bestehende pathologische Veränderungen zurückgeführt werden dürfen.

Wenn auch exakte Winkelbestimmungen für die Untersuchungszwecke unbedingt erforderlich sind, so erscheint eine klinische Bewertung der Winkelverhältnisse bestenfalls nach Dekaden sinnvoll.

Ergebnisse der Winkelanalyse

Zur genauen Bestimmung der Analysewerte wurde nach der beschriebenen Messtechnik vorgegangen. Die Befunde sind in Tabelle II (Seite 45 - 50) mit ihren entsprechenden Neigungswinkelwerten zusammengefasst.

Wegen der unterschiedlichen Knickübertragungen sind die $\Delta(\alpha_2 - \alpha_3)$ Werte grössenmässig aufgeführt, um die Übersicht zu verbessern. Die laufende Numerierung wurde beibehalten, jedoch auf die oberen Abknickungswerte umgestellt.

Tabelle II (Analysewerte)

Lfd. Nr.:	Neigungs winkel	α_2	α_3	$\Delta(\alpha_2 - \alpha_3)$	$\Delta(\alpha_3 - \alpha_4)$	$\Delta(\alpha_4)$
1	129,0	49,5	39,0	10,5	7,0	32,0
2	130,0	49,5	37,0	12,5	14,0	23,0
3	131,0	44,5	36,0	8,5	11,0	25,0
4	132,5	47,5	34,5	13,0	7,5	27,0
5	132,5	46,5	30,0	16,5	11,0	19,0
6	133,0	46,0	33,0	13,0	8,0	25,0
9	135,0	40,0	30,0	10,0	6,5	23,5
11	135,5	41,5	31,0	10,5	7,5	23,5
8	135,0	44,5	31,5	13,0	11,5	20,0
7	135,0	45,0	32,0	13,0	7,5	24,5
10	135,0	42,0	25,0	17,0	2,5	22,5
12	136,0	41,5	31,0	10,5	10,0	21,0
13	136,5	39,0	28,0	11,0	9,5	18,5
14	137,0	41,0	30,0	11,0	10,0	20,0
19	138,5	38,0	28,0	10,0	5,5	22,5
15	138,0	36,5	25,5	11,0	8,0	17,5
17	138,0	41,5	30,0	11,5	6,5	23,5
18	138,0	38,5	26,5	12,0	6,5	20,0
16	138,0	38,5	22,5	16,0	7,5	15,0
20	139,0	39,0	28,0	11,0	10,0	18,0

Tabelle II (Analysewerte)

Lfd. Nr.:	Neigungs- winkel	α_2	α_3	$\Delta(\alpha_2 - \alpha_3)$	$\Delta(\alpha_3 - \alpha_4)$	$\Delta(\alpha_4)$
23	140,0	37,0	29,5	7,5	10,0	19,5
25	140,0	38,0	29,5	8,5	6,5	23,0
30	140,5	37,0	27,5	9,5	9,0	18,5
29	140,5	40,0	30,0	10,0	7,5	22,5
21	140,0	35,5	22,5	13,0	7,5	15,0
22	140,0	36,0	22,0	14,0	3,5	18,5
27	140,0	42,0	27,5	14,5	7,5	20,0
24	140,0	39,0	24,5	14,5	7,0	17,5
28	140,0	37,5	22,5	15,0	1,0	21,5
26	140,0	38,0	18,0	20,0	8,0	10,0
34	141,5	35,5	29,0	6,5	9,0	20,0
33	141,0	34,0	23,0	11,0	11,5	11,5
32	141,0	40,0	28,0	12,0	7,5	20,5
35	141,5	39,0	22,5	16,5	4,0	18,5
31	141,0	35,5	14,0	21,5	13,0	1,0
42	142,0	32,5	24,5	8,0	10,0	14,5
40	142,0	34,5	24,0	10,5	9,5	14,5
43	142,0	36,0	25,5	10,5	3,0	22,5
41	142,0	34,0	23,0	11,0	5,0	18,0
44	142,0	36,0	25,0	11,0	3,5	21,5
39	142,0	34,0	22,0	12,0	13,0	9,0
36	142,0	30,0	17,5	12,5	11,5	6,0
37	142,0	33,0	17,0	16,0	4,0	13,0
38	142,0	34,5	15,5	19,0	9,0	6,5

Tabelle II (Analysewerte)

Lfd. Nr.:	Neigungs- winkel	α_2	α_3	$\Delta(\alpha_2-\alpha_3)$	$\Delta(\alpha_3-\alpha_4)$	$\Delta(\alpha_4)$
51	143,0	31,5	27,5	4,0	11,5	16,0
53	143,5	27,5	22,0	5,5	5,0	17,0
48	143,0	33,5	27,5	6,0	9,5	18,0
45	143,0	34,0	27,0	7,0	7,0	20,0
54	143,5	33,0	25,5	7,5	9,0	16,5
50	143,0	32,0	23,0	9,0	8,5	14,5
47	143,0	31,0	21,0	10,0	6,5	14,5
52	143,0	33,5	23,5	10,0	9,5	14,0
49	143,0	37,5	25,5	12,0	8,0	17,5
55	143,5	36,0	24,0	12,0	4,0	20,0
46	143,0	34,0	20,0	14,0	6,0	14,0
57	144,0	32,0	26,0	6,0	8,0	18,0
56	144,0	30,5	24,0	6,5	6,0	18,0
61	144,5	35,5	29,0	6,5	11,5	17,5
59	144,5	30,5	21,0	9,5	7,0	14,0
58	144,0	36,0	25,0	11,0	5,0	20,0
62	144,5	34,0	22,5	11,5	7,0	15,5
60	144,5	33,5	20,0	13,5	7,0	13,0
66	145,0	27,5	25,0	2,5	7,0	18,0
68	145,0	31,0	23,0	8,0	14,5	8,5
65	145,0	32,0	23,5	8,5	5,5	18,0
63	145,0	33,0	22,5	10,5	9,5	13,0
67	145,0	35,0	22,5	12,5	2,5	20,0
69	145,5	36,0	23,0	13,0	0,5	22,5
64	145,0	31,5	17,5	14,0	4,0	13,5

Tabelle II (Analysewerte)

Lfd. Nr.:	Neigungs- winkel	α_2	α_3	$\Delta(\alpha_2 - \alpha_3)$	$\Delta(\alpha_3 - \alpha_4)$	$\Delta(\alpha_4)$
70	146,0	30,0	24,0	6,0	12,0	12,0
73	146,5	30,0	22,0	8,0	5,0	17,0
71	146,0	29,5	18,0	11,5	5,5	12,5
75	146,5	33,5	21,0	12,5	4,0	17,0
76	146,5	32,0	19,0	13,0	7,0	12,0
72	146,0	32,5	19,0	13,5	5,5	13,5
74	146,5	29,5	16,0	13,5	1,5	14,5
79	147,5	29,5	19,5	10,0	8,5	11,0
78	147,0	31,5	21,5	10,0	7,5	14,0
77	147,0	34,0	21,5	12,5	3,0	18,5
82	148,5	26,5	19,0	7,5	6,5	12,5
83	148,5	28,0	18,0	10,0	4,5	13,5
84	148,5	28,0	17,0	11,0	2,0	15,0
81	148,5	28,0	16,5	11,5	4,5	12,0
80	148,5	28,0	15,5	12,5	5,5	10,0
91	149,5	26,5	24,0	2,5	12,5	11,5
93	149,5	28,5	24,0	4,5	9,5	14,5
90	149,5	25,0	20,0	5,0	7,5	12,5
92	149,5	25,0	17,0	8,0	6,0	11,0
89	149,5	28,0	19,0	9,0	4,0	15,0
88	149,0	26,5	17,0	9,5	10,0	7,0
85	149,0	31,0	21,0	10,0	3,5	17,5
86	149,0	28,5	18,5	10,0	6,5	12,0
87	149,0	29,0	19,0	10,0	6,5	12,5

Tabelle II (Analysewerte)

Lfd. Nr.:	Neigungs winkel	α_2	α_3	$\Delta(\alpha_2 - \alpha_3)$	$\Delta(\alpha_3 - \alpha_4)$	$\Delta(\alpha_4)$
101	150,5	27,0	23,5	3,5	9,0	14,0
94	150,0	29,0	24,0	5,0	7,5	16,5
98	150,0	25,0	20,0	5,0	1,5	18,5
100	150,0	29,0	23,5	5,5	6,5	17,0
102	150,5	26,5	20,0	6,5	3,5	16,5
99	150,0	25,5	18,0	7,5	10,0	8,0
103	150,5	23,0	15,5	7,5	7,5	8,0
95	150,0	26,5	18,0	8,5	3,0	15,0
104	150,5	24,5	16,0	8,5	4,0	12,0
97	150,0	25,5	14,0	11,5	2,0	12,0
96	150,0	27,0	13,0	14,0	1,5	11,5
108	151,5	24,5	19,0	5,5	6,0	13,0
106	151,0	28,5	22,0	6,5	2,0	20,0
105	151,0	26,0	18,5	7,5	4,5	14,0
109	151,5	27,0	18,0	9,0	0,5	17,5
107	151,0	26,5	14,0	12,5	5,0	9,0
113	152,5	23,0	20,0	3,0	3,0	17,0
114	152,5	28,0	23,5	4,5	3,0	20,5
115	152,5	24,0	16,5	7,5	9,0	7,5
110	152,0	28,5	19,0	9,5	5,0	14,0
112	152,0	29,5	19,5	10,0	6,0	13,5
111	152,0	25,0	12,0	13,0	6,0	6,0

Tabelle II (Analysewerte)

Lfd. Nr.:	Neigungs winkel	α_2	α_3	$\Delta(\alpha_2 - \alpha_3)$	$\Delta(\alpha_3 - \alpha_4)$	$\Delta(\alpha_4)$
121	153,5	22,5	20,0	2,5	3,0	17,0
118	153,0	23,5	19,0	4,5	8,5	10,5
119	153,5	26,0	21,0	5,0	3,5	17,5
117	153,0	23,5	18,5	5,0	5,0	13,5
116	153,0	23,5	17,5	6,0	4,0	13,5
120	153,5	26,5	16,5	10,0	2,0	14,5
122	154,0	23,5	20,0	3,5	10,0	10,0
124	154,0	25,5	19,0	6,5	1,0	18,0
123	154,0	23,0	14,0	9,0	7,5	6,5
128	155,5	19,0	15,5	3,5	2,0	13,5
127	155,5	21,5	17,0	4,5	7,5	9,5
126	155,0	23,5	19,0	4,5	6,0	13,0
125	155,0	21,5	14,0	7,5	2,5	11,5
129	156,0	16,5	16,0	0,5	6,0	10,0
130	156,0	21,5	18,0	3,5	6,0	12,0
131	157,5	20,0	18,0	2,0	8,0	10,0
132	157,5	18,0	13,0	5,0	7,0	6,0
134	158,0	16,0	14,0	2,0	5,5	8,5
133	158,0	20,0	14,0	6,0	6,0	8,0
135	158,5	20,0	12,0	8,0	5,5	6,5
136	159,0	16,0	10,5	5,5	6,0	4,5

Zunächst sollen die Analysewerte der Neigungswinkelmasse $142,0^{\circ}$ ausgewertet werden, um für die vorkommenden morphologischen Unterschiede innerhalb des Neigungswinkelsystemes ein Beispiel zu geben. Das unten wiedergegebene Tabellenstück ist ein Auszug von Seite 46. In der letzten Tabellenspalte sind hier zusätzlich die Lumbosacralwinkel angegeben worden, weil sie in den folgenden Untersuchungen benötigt werden.

Die Werte der Analyse bestimmen die Grössen gegenseitiger Segmentstellungen, sowie die Keilform der 5. Lendenwirbelkörper. Damit sind alle vom Neigungswinkel abhängigen Flächen festgelegt. Eine bildliche Vorstellung dieser Situation ist bereits in Bild 11 auf Seite 26 vermittelt worden.

Lfd/Nr	α_2	α_3	$\Delta(\alpha_2 - \alpha_3)$	$\Delta(\alpha_3 - \alpha_4)$	$\Delta(\alpha_4)$	Lumbosacral χ_4
42	32,5	24,5	8,0	10,0	14,5	157,0
40	34,5	24,0	10,5	9,5	14,5	152,0
43	36,0	25,5	10,5	3,0	22,5	153,0
41	34,0	23,0	11,0	5,0	18,0	158,0
44	36,0	25,0	11,0	3,5	21,5	155,0
39	34,0	22,0	12,0	13,0	9,0	161,5
36	30,0	17,5	12,5	11,5	6,0	164,0
37	33,0	17,0	16,0	4,0	13,0	159,5
38	34,5	15,5	19,0	9,0	6,5	171,5

Den Zahlenwerten ist zu entnehmen, dass sich die Lendenkreuzbeinabknickungen aus unterschiedlichen, gegenseitigen Segmentstellungen zusammensetzen. Die bestehenden Unterschiede führen dennoch zu keiner Neigungswinkeländerung, weil in allen Fällen die LWK₄-Kippstellungen

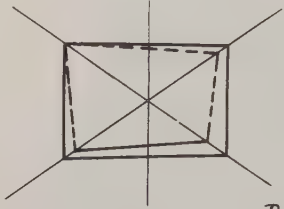


Bild 18

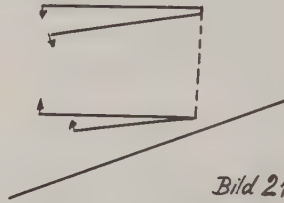


Bild 21

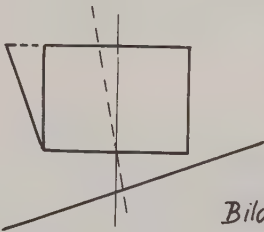


Bild 19

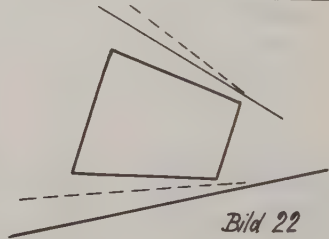


Bild 22

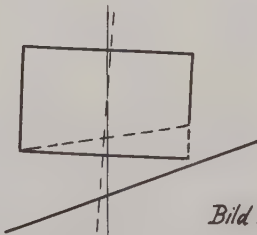


Bild 20

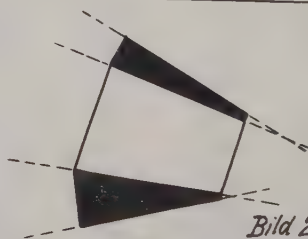


Bild 23

(Schnittpunktsenkrechten aus den Wirbelkörperkanten) gleich gross sind und mit den Kreuzbeintragflächen einen Winkel von $142,0^{\circ}$ bilden.

Die obere Knickübertragung $\Delta (\alpha_2 - \alpha_3)$ wird aus den unterschiedlichen Neigungen miteinander korrespondierender Flächen des vorletzten und letzten Wirbelkörpers gebildet. Über die Bodenplatten der 4. Lendenwirbelkörper kommt es damit zu Abknickungsänderungen in der oberen Etage. Diese Situation ist darauf zurückzuführen, dass sich Formverschiedenheiten der zu vergleichenden Wirbelkörper zu einer gleich grossen Kippstellung kombiniert haben (Bild 18).

Weil die verschiedenen Wirbelkörperformen im Neigungswinkelsystem lediglich in den Neigungsänderungen der Bodenplatten zur Wirkung kommen, stehen die Kippstellungen in keiner direkten Beziehung zu den Abknickungen gegenüber Nachbarsegmenten.

Die morphologischen Unterschiede der 5. Lendenwirbelkörper werden dagegen über die Deck- und Bodenplatten wirksam, weil beide Flächen zum Nachbarsegment Kontakt besitzen. Die dabei auftretenden Abknickungsänderungen sind jedoch viel grösser, als dass sie nur durch Formverschiedenheiten erklärt werden könnten. Deshalb müssen sie Stellungenänderungen der praesacralen Wirbelkörper entsprechen. Um nun das Ausmass dieser Kippstellungsunterschiede zu bestimmen, ist der Lumbosacralwinkel für diese Untersuchungen herangezogen worden. Er bestimmt die jeweilige Kippstellung des LWK_5 aus der Mittelachse. Dabei zeigt sich, dass die Formverschiedenheiten der Wirbelkörper wiederum zu einer Überschneidung von Kippstellung und Abknickung zum Nachbarsegment führen (Bild 19 und Bild 20). Es fällt besonders auf, dass gleich grosse Abknickungen zwischen LWK_5 und Kreuzbeintragfläche verschiedene

Kippstellungen besitzen. Deshalb muss aus der Bestimmung des Lumbosacralwinkels geschlossen werden, dass es mit der Formänderung auch zu einer Änderung der Kippstellung der Wirbelkörper kommt. Diesen Befunden ist also zu entnehmen, dass sich technisch ermittelte Kippstellungen nur bei gleich geformten Wirbelkörpern miteinander vergleichen lassen. In diesen Fällen entsprechen die Kippstellungen ihren Abknickungen zum Nachbarsegment, weil parallel verlaufende Neigungsänderungen der Flächen vorhanden sind. Dagegen führen die in der Hauptsache vorkommenden Keilformunterschiede immer zu einer verschiedenen Beteiligung der Deck- und Bodenplatten an der resultierenden Gesamtkippstellung. Mit zunehmender Verstärkung der Keilform über die Bodenplatte entsteht eine weitaus geringere Abknickung zum Nachbarsegment, als der aus dieser Formänderung resultierenden, nur wenig vergrößerten Gesamtkippstellung entspricht. Während also die Deckplattenneigung in der Hauptsache die Gesamtkippstellung bestimmt, kommt es durch eine verschiedene Bodenplattenneigung in weitgehend unabhängiger Weise zu verschieden grossen Abknickungen gegenüber den Nachbarsegmenten (Bild 21).

Weil im Sprachgebrauch mit der Kippstellung eines Wirbelkörpers seine wirksame Abknickung zum Nachbarsegment gemeint ist, besteht der Begriff " Wirbelkörper - Kippstellung " zu Unrecht .

Mit diesen Befunden wird auch verständlich, warum das Neigungswinkelsystem grössere Stellungsunterschiede des LWK₅ beinhalten muss. Die unterschiedlichen Neigungen der LWK₄ - Bodenplatten sind hauptsächlich Ausdruck

verschiedener Wirbelkörperformen, während die Deckplattenneigungen des LWK₅ in grossem Masse den bestimmaren Kippstellungen entsprechen. Infolge Formänderungen des vorletzten Wirbels entsteht über die unterschiedlichen Neigungen der Bodenplatten ein verschieden grosser Raum, der Deckplattenänderungen des LWK₅ und damit Stellungsänderungen des gesamten Wirbels zulässt. In der oberen Etage kommt es über die beiden Flächen zu einer Korrespondenz zwischen Form- und Stellungsänderungen. Schliesslich führt die ebenfalls unterschiedliche Keilform des praesacralen Wirbels bei den verschiedenen Stellungen zu den grossen Abknickungsunterschieden zwischen LWK₅ und Kreuzbeintragfläche.

Mit der funktionellen Erfassung des praesacralen Wirbelkörpers bilden sich über zwei Zwischensegmente Einzelsituationen aus, die über insgesamt vier Flächen Änderungen erfahren können. Die Neigungsänderung der Kreuzbeintragfläche wird allerdings nicht sichtbar, weil sie im Winkelsystem eine fixe, willkürlich gewählte Bezugsebene darstellt. Eine Änderung zur Horizontalen führt jedoch immer zu einer räumlich veränderten Stellung des gesamten Achsenstückes. Bei der Ineinanderprojektion deckungsgleicher Wirbelkörper und auch sonst übereinstimmender Segmentstellungen wird diese Situation sichtbar (Bild 22). Im Allgemeinen kommt es aber auch zu Veränderungen der gegenseitigen Abknickungen, weil der 5. Lendenwirbelkörper im Schnittpunkt seiner Nachbarsegmente steht.

Infolge der Überschneidung von Kippstellung, Abknickung und räumlicher Stellung, werden Winkelverschiedenheiten an den Zwischensegmenten vom Neigungswinkel nicht berücksichtigt.

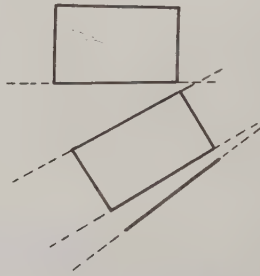


Bild 24

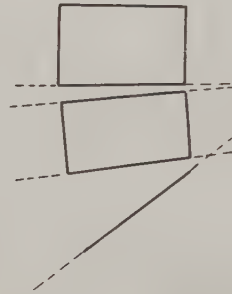


Bild 25

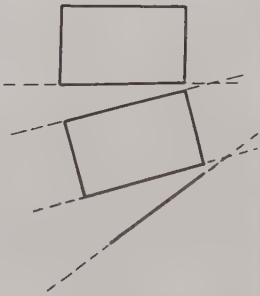


Bild 26

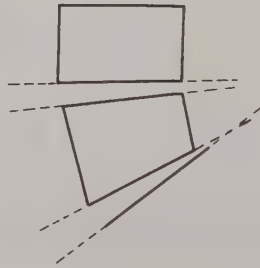


Bild 27

Mit diesen Untersuchungen ist in der Hauptsache erkannt worden, dass die in beiden Winkelsystemen ermittelten Kippstellungen unbrauchbar sind, um die tatsächlich vorhandenen, lumbosacralen Winkelverhältnisse zu erfassen.

Es erscheint daher zweckmässiger, die Unterschiede des Lenden-Kreuzbein-Überganges aus den gegenseitigen Segmentstellungen und der praesacralen Wirbelkörperform abzuleiten, und den unzutreffenden Begriff der Wirbelkörperkippstellungen zu umgehen (Bild 23).

Die unterschiedlichen Segmentstellungen des Neigungswinkelmasses $142,0^\circ$ bedeuten, dass kein Wirbelsäulentyp dem anderen gleicht. Dennoch halten sich die Veränderungen in bestimmten Grenzen, so dass die Gesamt-abknickung zwischen LWK_4 und Kreuzbeintragfläche in den meisten Fällen über ein ausgewogenes Abknickungsverhältnis auf die beiden Etagen verteilt wird.

Bei diesen Situationen bestehen die beschriebenen Form- und Stellungsverschiedenheiten der Wirbelkörper. Deshalb können die relativ kleinen morphologischen Veränderungen nicht durch die Bestimmung der Wirbelkörperkippstellungen zum Ausdruck gebracht werden.

Abweichend von den häufigen Bildern, besteht in einzelnen Fällen ein Missverhältnis zwischen den Abknickungsgrössen in beiden Etagen. Diese Knickverschiebungen werden an der isolierten, hyperlordotischen Abknickung der betroffenen Etage erkannt (Bild 24 und Bild 25).

Erst sie entsprechen einer deutlich messbaren Auf- oder Abklippungsänderung des Wirbels gegen die

Kreuzbeintragfläche, weil die Änderung der Deckplatte im Vordergrund steht. Das Abknickungsverhältnis ist auch dann noch aussergewöhnlich, wenn Keilformänderungen abschwächende oder verstärkende Wirkung auf die lumbosacralen Winkelverhältnisse ausüben. Diestellungsänderung ist weit grösser als die Formänderung.

Seltenere Knickübertragungen sind ebenfalls vorhanden, wenn beide Etagen relativ grosse Abknickungen mit einem dazwischengeschalteten, nur wenig keilförmig deformierten Wirbel besitzen (Bild 26). Umgekehrt kann es über eine hochgradige Keilform des 5. Lendenwirbelkörpers zu relativ kleinen Knickübertragungen kommen (Bild 27).

Die wirksam werdenden Kantenverhältnisse zwischen den korrespondierenden Flächen sind bei diesen Segmentstellungen jedoch nicht auffällig. Deshalb muss das besondere Verhalten der Lenden-Kreuzbein-Abknickungen mit einer hyperlordotischen Komponente bei sich ändernden Winkelwerten untersucht werden.

Tabelle II (Seite 45 - 46)

(Neigungswinkelgruppe $129,0^{\circ}$ - $142,5^{\circ}$)

Mittelwerte:	$\Delta (\alpha_2 - \alpha_3)$	:	$12,0^{\circ}$
	$\Delta (\alpha_3 - \alpha_4)$	:	$7,0^{\circ}$
	$\Delta (\alpha_4)$	:	$19,0^p$

In dieser Gruppe treten neben häufigen Schwankungen um die Mittelwerte die isoliert-hyperlordotischen Abknickungen als Besonderheiten auf. Die Verhältnisse entsprechen dem Winkelbeispiel, das dieser Gruppe angehört.

Tabelle II (Seite 47 - 48)

(Neigungswinkelgruppe $143,0^{\circ}$ - $149,5^{\circ}$)

Mittelwerte:	$\Delta (\alpha_2 - \alpha_3)$	:	$9,0^{\circ}$
	$\Delta (\alpha_3 - \alpha_4)$	:	$7,0^{\circ}$
	$\Delta (\alpha_4)$	:	$15,0^{\circ}$

Gegenüber der ersten Gruppe haben sich die Knickübertragungen verkleinert. Die Mittelwerte lassen in beiden Etagen eine gleichmässige Grössenabnahme erkennen, so dass das Verhältnis der knickbildenden Etagen gleich gross bleibt. Der praesacrale Wirbel ist in unveränderter Keilform vorhanden. Neben Schwankungen um die Mittelwerte kommt es zu den bekannten Knickverschiebungen. Sie können kein extremes Ausmass erreichen, weil sie jetzt von kleineren Knickübertragungen ihren Ausgang nehmen. Obwohl die lumbosacralen Winkelverhältnisse durch eine unterschiedliche Keilform abgeschwächt oder verstärkt werden, imponiert eine auffallende Auf- oder Abkipfung des 5. Lendenwirbelkörpers zur Kreuzbeintragfläche. Auch in dieser Gruppe stellen also die Knickverschiebungen Besonderheiten dar, die nicht der Häufigkeit entsprechen.

Tabelle II (Seite 49 - 50)

(Neigungswinkelgruppe $150,0^{\circ}$ - $159,0^{\circ}$)

Mittelwerte:	$\Delta (\alpha_2 - \alpha_3)$	:	$6,5^{\circ}$
	$\Delta (\alpha_3 - \alpha_4)$	:	$5,0^{\circ}$
	$\Delta (\alpha_4)$	:	$12,0^{\circ}$

Die Knickübertragungen zwischen jeweils korrespondierenden Flächen sind infolge der wiederum verklei-

nerten, gegenseitigen Wirbelkörper-Kantenverhältnisse noch geringer geworden. Knickübertragungen dieser Gruppe können bestenfalls Grössenordnungen der mittleren Differenzwerte kleiner Neigungswinkelmasse erreichen. Im Gegensatz zur stärkeren Streuung um die Mittelwerte rufen sie dennoch ausgesprochene Knickverschiebungen hervor. Die häufige Kombination aus Form- und Stellungsverschiedenheiten der Wirbel ist vorhanden und gestaltet die untere Abknickung unterschiedlich. Diese Veränderungen bleiben aber hinter der Stellungsänderung des Wirbelkörpers zurück. Während die ausgeprägte Keilform bei den kleinen Winkelgruppen eine erforderliche Hilfe bei der Gesamtknickübertragung über zwei Segmente bedeutet, ist der knickbildende Anteil des letzten Wirbelkörpers jetzt nicht mehr in diesem Ausmass erforderlich. Die Zwischensegmentabknickungen reichen aus, um die flacheren Abknickungen zu vollziehen.

Mit der Winkelanalyse ist ein Überblick über die vorkommenden Segmentstellungen bei verschiedenen Lendenwirbelsäulen-Kreuzbein-Übergängen vermittelt worden. Die Gegenüberstellung der Mittelwerte zeigt, dass sich die Abflachung des Lendenknickes in der Regel gleichmässig über zwei Etagen vollzieht. In fließendem Übergang kommt es bei allen Wirbelsäulenkrümmungen zu Knickverschiebungen, die die Streuungen um die Mittelwerte weit überschreiten.

Das ausgewogene Abknickungsverhältnis in beiden Etagen wird dadurch empfindlich gestört.

Insbesondere entsteht bei kleinen Winkelmassen zwischen den zur Kreuzbeintragfläche hochgradig abgekippten 4. Lendenwirbelkörpern ein grösserer Raum, der erhebliche Stellungsunterschiede des praesacralen Wirbels zulässt. Die dabei auftretenden hyperlordotischen Abknickungen einer Etage finden keine Parallele in entsprechend kleinen Winkelmassen, die hyperlordotische Segmentabknickungen in beiden Etagen besitzen.

Deshalb entspricht die spitzwinkelige, aussergewöhnliche Abknickung einer Knickverschiebung bereits abnormen Winkelverhältnissen, zumal das typische, ausgewogene Abknickungsverhältnis nicht gewahrt ist. Die ermittelten Situationen sind auf besondere Stellungen der Wirbelkörper zu beziehen, deren Auf- oder Abkippen zur Kreuzbeintragfläche die extremen Abknickungsverhältnisse in einem Zwischensegment hervorrufen. Die individuellen Unterschiede lassen nicht zu, die Wirbel mit dem Begriff einer besonderen, technisch bestimmbaren Wirbelkörperkippstellung zu identifizieren. Deshalb muss diesen Wirbeln der Wert praesacraler Wirbel fehlerstellungen beigemessen werden.

Eine besondere Bedeutung können diese Fälle erlangen,

wenn es durch die abnorme Belastung rückwärtiger Segmentabschnitte und der Bandscheiben zu statischen und funktionellen Störungen am Zwischensegment kommt. Mit den morphologischen Unterschieden wird begründet, dass verschiedene Einzel-situationen innerhalb der Winkelmasse unmöglich gleiche klinische Bedeutung besitzen.

Die Brauchbarkeit der Winkelsysteme beschränkt sich auf die Erfassung verschiedenwertiger Zustandsbilder und setzt damit einer klinischen Bedeutung der Winkelbestimmung Grenzen.

B e s p r e c h u n g

Auswertung der Ergebnisse

In der Winkelanalyse ist es gelungen, einen Überblick über die möglichen Formen und Stellungen der Segmente zu erhalten. Die formalen Gegebenheiten reichen aber nicht aus, um die Winkelmasse in ihrer klinischen Bedeutung, insbesondere hinsichtlich des Auftretens von Schmerzerscheinungen, endgültig zu bewerten.

Bei einer Klärung dieser Situation muss zunächst berücksichtigt werden, dass die Bestimmung der Neigungswinkel, sowie der Analyseuntersuchungen an einem Röntgenmaterial durchgeführt worden ist, das zum grössten Teil pathologisch-anatomische Veränderungen aufweist. Es stellt sich daher die Frage, ob bestimmte pathologische Veränderungen in Abhängigkeit von einzelnen Segmentstellungen stehen. Die Röntgenbefunde in Tabelle I zeigen aber eine ebenso homogene Verteilung auf die Analysewerte (Tabelle II), wie sie bereits für die Neigungswinkelwerte festgestellt worden ist.

Das schliesst nicht aus, dass die Segmentstellungen unter Umständen von pathologischen Veränderungen abhängig

sind, oder aber die Befunde unter dem Einfluss von Segmentstellungen aufgetreten sind. Unter diesen Gesichtspunkten können auch die Winkelmasse der an Kreuzschmerzen erkrankter Patienten eine Änderung erfahren haben.

Wenn deshalb im Folgenden den anatomischen Veränderungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird, so dient es auch dem Zweck, aus der Pathologie auf die in den Zwischensegmenten herrschende Beanspruchung zu schliessen.

Die pathologisch-anatomischen Veränderungen am Röntgenmaterial

Die röntgenologisch sichtbaren Veränderungen finden sich am gemessenen Material hauptsächlich an den Bandscheiben, den kleinen Wirbelgelenken und den Foramina intervertebralia. Sie erstrecken sich vielfach gleichzeitig über ein oder mehrere Bewegungssegmente. In der Reihenfolge ihres Auftretens sind sie schwierig zu erfassen, weil es den Einblick in die Funktion der Wirbelsäule voraussetzt.

Die Häufigkeit der Bandscheibenveränderungen muss gerade am lumbosacralen Übergang mechanische Ursache besitzen, weil auf diesen Abschnitt starke Scherkräfte einwirken. Abgesehen von einer anlagebedingten, unterschiedlichen Wertigkeit des Gewebes, wird der Verschleiss

auch durch die sehr frühzeitig einsetzende Altersdegeneration des nicht mehr vascularisierten Gewebes gefördert.

Die ständig auf die Wirbelsäule einwirkenden Mikrotraumen mit ihren Stoss- und Druckkräften werden von der intakten Bandscheibe abgepuffert und gleichmässig auf die Deck- und Bodenplatten der Wirbelkörper verteilt. Dabei breitet sich der Druck über den Nucleus pulposus nach allen Seiten aus und wird unter Anspannung des Anulus fibrosus elastisch abgefangen (BRADFORD und SPURLING).

Eine solche gleichmässige Druckverteilung garantiert die Bandscheibe auch bei maximaler Streckung der Wirbelsäule. Bei einer Bandscheibendegeneration hingegen ist die Druckverteilung über den Nucleus pulposus gestört. Entsprechend der dorsalen Hauptbelastung am Lendenknick werden die Druckkräfte über den hinteren Rand des Anulus fibrosus voll wirksam und können infolge einer Fehlbelastung zu seiner Schädigung führen. In der Folge kommt es über den nicht mehr richtig tonisierten Bandapparat der Wirbelsäule zu unphysiologischen Wackelbewegungen der Wirbelkörper und Zerrungen der hinteren Längsbänder. Die Schmerzentstehung ist hypothetisch über kleinste Nervenäste in den Aussenschichten des Faserringes (ROOFE) oder der hinteren Längsbänder (WIBERG) denkbar.

Bevor jedoch die Kennzeichen einer Chondrosis intervertebralis mit Erniedrigungen der Bandscheiben auftreten, können schon kleinste Einrisse (KUHLENDahl) oder radiäre Zerlegungen (REISCHAUER) des Anulus fibrosus Schmerzen hervorrufen. Normal hohe Bandscheiben imponieren auch dann noch im Röntgenbild, wenn sie bereits von Nekrosen durchsetzt sind (BROCHER).

In günstigen Fällen weisen planparallele Begrenzungslinien der Bandscheiben auf die frühzeitig einsetzenden degenerativen Veränderungen hin (SCHINZ). Weil die Veränderungen zum Teil in den Röntgenbildern nicht sichtbar werden, sind indirekte Zeichen zur Diagnostik herangezogen worden. So kann eine auffällige Geradhaltung von Wirbelkörpern oder ganzer Wirbelsäulenpartien das einzige Zeichen eines beginnenden Bandscheibenschadens darstellen (GÜNTZ), weil die Muskulatur einer dorsalen Fehlbelastung und Zusammensinterung im Bandscheibengebiet entgegenwirkt und rückwärtige Abschnitte schmerzentslastend aufrichtet.

Die Röntgenkunde ist also unzulänglich, so dass besonders Frühfälle der Diagnostik entgehen, oder nur durch indirekte Röntgenzeichen erkannt werden können. Erst relativ spät kommt es zu den typischen Erkennungszeichen des Schadens, der Bandscheibenerniedrigung.

Ebenso können Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken im Röntgenbild noch fehlen, obwohl sie durch einen Bandscheibenschaden schon Schmerzzustände hervorrufen.

Eine zunächst dorsal liegende Schädigung der Bandscheibe bringt die kleinen Wirbelgelenke in maximale Konvergenzstellung. Mit der osteochondrotischen Annäherung der Wirbelflächen kommt es über die schräggestellten Gelenkflächen zu einer gegenseitigen Verschiebung der Gelenkfortsätze. Schon eine geringfügige Annäherung der Gelenkfortsatz-Bogendistanz bringt die Gelenkkapsel in Raumnot. Eine funktionsmechanische Kapselirritation ist die Folge (KELLER), die wegen der reichlichen Versorgung der Gelenkkapsel mit Nerven schmerzhaft sein kann.

Die Minderung der Gelenkfortsatz-Bogendistanz besitzt ausserdem Bedeutung, weil neben Einengungen der Foramina intervertebralia und Veränderungen an den Wirbelbogengelenken auch periostbedeckte Flächen einander genähert werden. Nicht erst ihre Berührung, sondern kleinste Annäherungen genügen, um beim interponierten Gewebe infolge Pressions- oder Schubreizes Schmerzen auszulösen (KELLER).

Ebenso wenig sichtbar ist der noch weitgehend ungeklärte Komplex der Gelenkblockierungen, der entweder durch Einklemmung von Gelenkeinheiten (ZUKSCHWERDT, EMMINGER) als mechanische Sperre innerhalb des Gelenkes, oder über einen Muskelhypertonus zustande kommen soll.

Zu den häufigen pathologisch-anatomischen Befunden am vorliegenden Material gehört die Einengung der Foramina intervertebralia. Obwohl die Darstellung ihrer lichten Weite bei geeigneter Röntgentechnik weitgehend von projektionsbedingten Täuschungen durch andere Knochenanteile frei ist, müssen Einengungen vorsichtig bewertet werden, weil sie keinesfalls klinische Erscheinungen hervorrufen müssen.

Die lumbosacrale Gelenkverbindung zeigt anatomische Besonderheiten, die schon beim physiologischen Bewegungsablauf zu Einengungen der Foramina intervertebralia disponieren.

An diesem Gelenk sind die Gelenkflächen im Gegensatz zur oberen Lendenwirbelsäule von der sagittalen in frontale Richtung abgedreht. Das verhindert ein nach vorne Abgleiten des praesacralen Wirbelkörpers, weil seine frontalgestellten Gelenkflächen hinter denen des Kreuzbeines verzahnt sind. Der Bau dieser Gelenk-

verbindung unterliegt individuellen Schwankungen. Selbst Seitendifferenzen werden beobachtet. Diese Erscheinungen sind als Anpassungsvorgänge aufzufassen, weil die Gelenke erst durch ihre funktionelle Inanspruchnahme (TÖNDURY) ausdifferenziert werden.

Im Allgemeinen aber erhält die Ansatzstelle des praesacralen Wirbelbogens auf diese Weise eine quere Stellung. Dadurch entsteht ein breites Dach für den Spinalnerven, das in seiner fast waagerechten Richtung den Nerven über eine längere Strecke beinhaltet, als die anderen Foramina intervertebralia. Ausserdem liegt die praesacrale Bandscheibe infolge der allgemein flachen Ausbildung der Incisura caudalis näher an der Nervenwurzel.

Trotz dieser erheblich grossen Enge und der starken Nervenwurzel, die ihr Foramen in den unteren Wirbelsäulenpartien fast vollständig ausfüllt (DANFORTH, WILSON), kommt eine Nervenkompression ohne eine Hernie nicht vor. Sie ist auch dann nicht vorhanden, wenn es mit der Chondrosis lumbosacralis zu einer erheblichen senkrechten und queren Einengung des Intervertebralkanales kommt (DUUS, KAHLAU). Dennoch besteht die allgemein gültige Auffassung, dass gerade der Versetzung der Wirbelkörperkanten über das Abgleiten schräggestellter Gelenkflächen besondere klinische Bedeutung beigemessen werden muss. Diese Dorsaldislokation des unteren Wirbels gegen den nächst höheren ist auch die Ursache einer Einengung des Foramen intervertebrale in der queren Achse. Die Ursachen dabei auftretender Schmerzerscheinungen sind noch nicht geklärt, weil eine Abdrosselung des Nerven nur bei Discushernien in Betracht kommt. Als Arbeitshypothese wird von DUUS eine indirekte Schädigung der Nervenwurzel über eine Durchblutungsstörung ange-

nommen, während GUTZEIT eine Nervenirritation bei Fehlbewegungen durchaus für möglich hält. Jedenfalls sind neben mechanischen Störungen auch andere Ursachen für die Schmerzentstehung verantwortlich.

Zu diesen Betrachtungen ist abschliessend zu sagen, dass die morphologischen Destruktionen bei den hier vorkommenden pathologisch-anatomischen Veränderungen zu gering sind, um eine Segmentstellung wesentlich zu verändern. Den noch so geringfügigen Substraten wirken aber erhebliche muskuläre Leistungen entgegen, um die Zusammensinterung von Zwischensegmenten zu verhindern, oder aufrichtend zu entlasten. Dadurch kann es zu einem teilweisen oder auch totalen Verlust der Lenden-Kreuzbein-Abknickung kommen, der eine Vergrösserung der Winkelmasse erklärt. Der Komplex vorhandener pathologisch-anatomischer Veränderungen verursacht jedoch in keinem Falle eine abnorme Verkleinerung der Winkelmasse.

Häufig treten isolierte Stellungsänderungen einzelner Wirbelkörper auf. Soweit sie den 5. Lendenwirbelkörper betreffen, kann es bei der Veränderung der Einzelsituation bleiben. Als Besonderheit soll die abnorme Stellungsänderung des praesacralen Wirbelkörpers bei einer Nucleotomie von Z_5 hervorgehoben werden. (Tabelle I und Tabelle II, Lfd. Nr.: 31). Die aussergewöhnliche Situation kommt im Winkelmass nicht zum Ausdruck, weil der Neigungswinkelwert mit $141,0^\circ$ innerhalb der Streuung des bei den Messungen gefundenen Mittelwertes liegt. Ausserdem werden in den Winkelmassen keine Veränderungen

berücksichtigt, die parallel zu den Neigungen der winkelbildenden Flächen auftreten. Dazu rechnen die osteochondrotischen Parallelverschiebungen in der senkrechten Achse und die Retrolisthesen in seitlicher Richtung. Gleiches gilt für die Spondylolisthesen.

Die anatomischen Befunde können aber bei den Einzelsituationen der Winkelmasse allgemein klinische Bedeutung besitzen, die auf Haltungsänderungen, Störungen in der Belastung oder veränderter Bewegungsabläufe in den Bewegungssegmenten (JUNGHANNS) zurückzuführen ist.

Oft fehlen Röntgenbefunde, weil die Pathologie der Wirbelsäule von den Längsbändern oder den Gelenkkapseln ihren Ausgang nimmt. Die vorhandenen Funktionsstörungen an den Segmenten sind dann nicht einmal durch den Röntgenbefund zu vermuten. Darüber hinaus können lokalisierte Funktionsausfälle durch Nachbarbezirke vollständig kompensiert werden, so dass auch kein positiver klinischer Befund zu erheben ist. Es besteht dann die Situation unklarer Kreuzschmerzen. Für die Erklärung von Schmerzerscheinungen sind deshalb funktionelle Segmentstörungen zumindest ebenso wichtig wie Röntgenbefunde. Nach allgemein gültiger, klinischer Auffassung verursachen die degenerativen Veränderungen zudem nur in einem kleinen Prozentsatz Beschwerden.

Der Wert dieser Betrachtungen liegt in der Feststellung, dass bestehende Schmerzerscheinungen nicht unbedingt in direkter Beziehung zu bestimmten röntgenologisch-erkennbaren Segmentstellungen oder pathologisch-anatomischen Veränderungen stehen müssen, sondern von dem Funktionsverhalten des Vertebrons (GUTZEIT) abhängen. Das bedeutet, dass auch Muskeln, Bänder und Nerven schmerzhafte Störungen hervorrufen können.

Dabei müssen verschiedene Segmentstellungen als örtliche, anatomische Gegebenheiten unterschiedlichen Einfluss auf das funktionelle Geschehen besitzen und womöglich eine Disposition für Beschwerden bilden. Deshalb erscheint notwendig, die gegenseitigen Segmentstellungen in funktionelle und statische Betrachtungen einzubauen, um eine klinische Bewertung treffen zu können.

Der Vergleich verschiedener Segmentstellungen ist schon deshalb ein wenig bearbeitetes Gebiet, weil funktionelle Röntgenuntersuchungen am Einzelindividuum mehr Möglichkeiten bieten, morphologische Feindiagnostik zu betreiben. Dennoch ist zu erwarten, dass gerade die erheblichen, morphologischen Unterschiede bei kleinen Winkelmassen genügen, um Situationen von verschiedenem klinischen Wert zu differenzieren.

Mit dieser gedanklichen Umstellung entfernen sich weitere Untersuchungen zwangsläufig von der Auswertung exakter Messbefunde und basieren zum Teil auf Annahmen oder theoretischen Vorstellungen. Die Problematik pathologischer Winkelverhältnisse ist aber so vielseitig, dass es zur weiteren Klärung unbedingt funktionsmechanischer Betrachtungen bedarf.

Bewertung morphologischer Segmentstellungen unter Berücksichtigung funktioneller und statischer Faktoren

GUTZEIT sieht in falsch abgespielten Reflexen bei unphysiologischen Bewegungsabläufen eine Ursache der Beschwerden. Die Krankheit wird erst bei funktioneller

Beanspruchung evident, wobei sich Reizbarkeit des Nervensystemes und örtlich-morphologische Änderungen gegenseitig beeinflussen. Die Störungen können schon bei den Bewegungsabläufen hochgradiger Lordosen vorhanden sein, weil rückwärtige Segmentpartien infolge der Nussknackerwirkung (REISCHAUER) einer starken Belastung und besonderen Funktion ausgesetzt sind. Ein Röntgenbefund kann fehlen, oder erst beim Auftreten von Verschleisserscheinungen folgen.

In diesem Zusammenhang sind die Wirbelfehlstellungen von Bedeutung. Sie besitzen innerhalb eines Bewegungssegmentes Kennzeichen einer hochgradigen Lordose: vermehrte Keilform der Bandscheiben mit Verlagerung von Bandscheibengewebe, erhöhte Konvergenzstellung der Wirbelbogengelenke und Einengungen der Foramina intervertebralia.

Ausserdem haben diese Wirbelsäulentypen ihre Gesamt-abknickung durch hochgradige Knickverschiebungen zwischen oberer und unterer Etage erreicht, die nicht dem häufig ermittelten Abknickungsverhältnis entspricht.

Im Röntgenbild findet sich zudem kein Anhalt, ob die hyperlordotische Abknickung einer Etage hauptsächlich über den cranialen Wirbelsäulenabschnitt, oder durch eine veränderte Kreuzbein-Beckenneigung zustande gekommen ist. Es ist aus der Segmentstellung auch nicht zu ersehen, ob sie pathologischen Belastungsverhältnissen ausgesetzt ist.

Auf die engen Zusammenhänge von Wirbelsäulen- und Beckenneigung wird von SCHEDE ausdrücklich hingewiesen. Der hohlrunde Rücken mit der verstärkten Lendenlordose zwingt das Becken zu einer Vorneigung, während der totalrunde Rücken eine Aufrichtung des Beckens bedingt.

Im täglichen Leben genügen Gewohnheitshaltungen, oder

das Tragen zu hoher Schuhabsätze, um den Lendenknick zu verstärken. Knickänderungen entstehen auch unter besonderen statischen Bedingungen, wenn bei Beinamputationen eine ungenügende prothetische Versorgung besteht.

Darüber hinaus sind sagittale Änderungen oft mit skoliotischen Einstellungen verbunden, die zusätzliche Störfaktoren hervorrufen. Bereits die geringe Seitenabweichung der physiologischen Skoliose ist ausreichend, um die kleinen Wirbelgelenke auf der Innenseite ihres Bogens einer erhöhten Belastung auszusetzen (M. LANGE).

Die Anpassung der Wirbelsäulenform an die Funktion wird dabei die Segmentabschnitte nach günstigsten Voraussetzungen belasten. Diese Vorgänge können in optimaler Weise nicht mehr stattfinden, wenn die fertig ausgebildete Wirbelsäule infolge statischer Korrektur, oder zur Kompensation an anderer Stelle, eine vermehrte Abknickung einnimmt. Dabei auftretende statische und funktionelle Störungen können solange ohne Schaden vertragen werden, bis eine über das jeweilige Adaptationsvermögen hinausgehende Änderung im Dauerzustand fixiert wird. Der Zeitpunkt ist unterschiedlich, weil er vom Ausmass der Störung und der individuellen Widerstandskraft des Gewebes abhängt. Schon aus diesen Gründen lehnt JUNGHANNS die Existenz primär pathologischer Winkelverhältnisse ab.

Wenn auch jede Lendenlordose - unabhängig von ihrer Entstehung - funktionell zu einer vermehrten Beanspruchung der Lumbosacralverbindung und ihrer Nachbarsegmente führt, so sind die resultierenden Kräfte nicht nur vom Winkelmass, sondern auch von der räumlichen Stellung des Kreuzbein-Beckensockels abhängig.

Einer isolierten Druckbelastung ist die räumliche Schubwirkung an die Seite zu stellen. Die statische Komponente der Belastung kommt aber im Neigungswinkelsystem nicht zum Ausdruck, weil die tatsächliche Neigung der Kreuzbeintragfläche unberücksichtigt bleibt.

LIECHTI hat an Röntgenbildern stehender Personen versucht, aus der Neigung der praesacralen Bandscheibe zur Horizontalen, statische Faktoren in die isolierte Betrachtung des Lenden-Kreuzbein-Abschnittes hinein zu bringen. Er kam zu dem Schluss, dass nur in " Normalfällen " die Halbierende des Lenden-Kreuzbein-Winkels " etwa " der Neigung der letzten Bandscheibe entspricht.

Auch SCHERB konnte am Beispiel des Sacrum acutum nur zeigen, dass neben winkelabhängigen Druckkräften eine besonders starke, abschüssige Belastung des lumbosacralen Zwischensegmentes auftritt, die ihre Ursache in der auffallend grossen Kreuzbeinneigung besitzt.

Dennoch darf ein grober Schub nicht ohne weiteres als 'ungünstig' gewertet werden, weil ein besonderer Bandapparat statische Situationen berücksichtigt. Zwischen den Beckenkämmen erstrecken sich die Ligamenta ilio-lumbalia und fixieren den 5. Lendenwirbelkörper. Sie machen ihn zum Bremswirbel (ERDMANN), indem Kraftkomponenten auf höhere Segmentabschnitte übersetzt werden, um die konzentrierte Hauptbeanspruchung der lumbosacralen Gelenkverbindung durch Verteilung auf höhere Segmente lokal abzuschwächen. Dieser Bandapparat kann nur auf den praesacralen Wirbelkörper wirken, wenn das Promontorium innerhalb des Beckenringes liegt. Bei einem Promontoriumhochstand ist der letzte Wirbel seiner festen

Verspannung im Beckenring entzogen, und kann unter der funktionellen Inanspruchnahme ein erhöhtes Krankheitspotential bilden. Die Beanspruchung richtet sich nach der Neigung des Kreuzbeines, obwohl die Beckeneingangsebene weitgehend konstant gehalten wird. Das wird verständlich, weil die Kreuzbeintragfläche in ihrer Stellung Anpassungserscheinungen aufweist, die sie von der Gesamtstellung des Kreuzbeines weitgehend unabhängig macht (MÜLLER, ZWERG). Sie passt sich - wie es auch bei den Wirbelkörpern zu beobachten ist - in ihrer Form der Funktion an.

Die in der Analyse herausgestellten Wirbelkörperfehlstellungen können auf derartige vom Promontoriumstand abhängige Situationen zu beziehen sein. Der Segmentstellung ist bei einer hyperlordotischen Abknickung in der oberen Etage zu entnehmen, dass der 5. Lendenwirbelkörper eine Bewegungshemmung besitzt, während die Hyperlordose in der unteren Etage eine Bahnung in der Bewegung des praesacralen Wirbels bedeutet. Hier findet die Wirbelfehlstellung eine Erklärung. Es besteht allerdings auch die Möglichkeit, dass die Situationen durch eine isolierte Geradehaltung eines funktionsgestörten Bewegungssegmentes entstanden sind. Das Nachbarsegment hat den Funktionsausfall kompensiert und nur infolge einer überhöhten Abknickung die für diesen Wirbelsäulentyp kennzeichnende und erforderliche Gesamtabknickung erreicht. Die Verhältnisse werden aber dadurch kompliziert, dass auch das höher gelegene Wirbelsäulenskelett erkennbare Beziehungen zur Statik des Lendenknickes besitzt. Ganztaufnahmen der Wirbelsäule haben ergeben, dass zwischen der Neigung des 12. Brustwirbelkörpers und dem 5. Lendenwirbelkörper Zusammenhänge bestehen (CRAMER). Die Anlage des Neigungswinkels mit der

Einbeziehung des 4. Lendenwirbelkörpers genügt offenbar nicht, um die statischen Verhältnisse am Lenden-Kreuzbein-Übergang ausreichend zu berücksichtigen. Eine Winkelbestimmung über noch weitere Bewegungssegmente hinweg, kann aber wegen der dabei auftretenden Form- und Stellungsverschiedenheiten der knöchernen Bauelemente keine besseren Winkelmasse aufstellen. Statische Komponenten werden ausserdem nur unvollkommen berücksichtigt, weil die Krümmungsverhältnisse am Lendenknick in keiner gesetzmässigen Beziehung zur Gesamtkrümmung der Wirbelsäule stehen (LEGER).

In den Betrachtungen ist zum Ausdruck gekommen, dass vektorelle Faktoren in bestimmten, morphologischen Zustandsbildern miteinander verknüpft sind. Die Wirbelfehlstellungen sind dabei funktionell am ungünstigsten zu bewertende, morphologische Variationen innerhalb kleiner Winkelmasse. In vielen Fällen sind deshalb statische Haltevorrichtungen ausgebildet, um einem erhöhten Krankheitspotential entgegenzuwirken. Allein die unterschiedliche Bedeutung praesacraler Wirbelfehlstellungen beweist, dass das Nebeneinander der verschiedenen Segmentstellungen keiner obligatorischen Krankheitsbedeutung entspricht. Wenn auch bei kleinen Winkelmassen zweifellos ein grösserer Verschleiss an den Segmentabschnitten stattfindet, so kommt auch dieser Situation unterschiedliche Bedeutung zu, weil die reaktiv auftretenden anatomischen Befunde in keiner direkten Beziehung zu

Kreuzschmerzen stehen. Zur Ausbildung einer klinischen Symptomatologie ist der Nachweis eines pathologischen Substrates im Röntgenbild allein nicht ausreichend.

Das Zustandekommen röntgenologisch nicht erklärbarer Schmerzzustände steht in keiner direkten Verbindung zu einzelnen Segmentstellungen. Damit ist die Lücke geschlossen, die in einer noch möglichen Bewertung der Einzelsituationen innerhalb von Winkelmassen bestanden hat.

Die Bedeutung der Winkelbestimmung

In der Literatur finden sich vielfach Hinweise, dass kleine Winkelmasse eine diagnostische Bedeutung bei sonst ungeklärten Rückenschmerzen besitzen sollen. Diese Ansicht konnte in vorliegendem Beitrag zum Kreuzschmerzproblem widerlegt werden.

In der praktischen Medizin darf nicht einmal für die ungünstige, morphologische Einzelsituation eines Winkelmasses ein eigenes Krankheitsbild angenommen werden. Die röntgenologisch nicht fassbaren Krankheitszustände sind mit Segmentstellungen nicht zu erklären.

Insbesondere können bei der Begutachtung von Unfallfolgen noch bestehende Schmerzerscheinungen nicht auf kleine Winkelmasse zurückgeführt werden.

Die Winkelbestimmung ist auch für die Wissenschaft von geringem Nutzen, weil mit den Winkelmassen unterschiedliche lumbosacrale Abknickungen verglichen werden. Darüber hinaus bleibt die Bestimmung von

Wirbelkörperkippstellungen ein technisch ungelöstes Problem, da die Auf- oder Abkippung des Wirbelkörpers zu seiner Bezugsebene nicht der Kippstellung entspricht.

Schliesslich entbehrt die Winkelmessung einer wissenschaftlichen Arbeitsgrundlage, weil Röntgenaufnahmen muskulär fixierte Ausgangspositionen darstellen, die einen Vergleich von Winkelwerten nur unter diesem Vorbehalt rechtfertigen.

Aus diesen Gründen hat die Winkelmessung bei verschiedenen Untersuchern zu voneinander abweichenden Ergebnissen geführt. Daraus hat sich aber ursprünglich die Wichtigkeit ergeben, die eigenen Messungen mit genauen Angaben zur Technik zu versehen und die Streuung des Mittelwertes zu berechnen.

So wird bei ALBRECHT ein Durchschnittswert vermisst. Er beschränkt sich auf die Feststellung, dass mit kleiner werdenden Winkelmassen eine zunehmende lumbosacrale Lordose auftritt, die zu Einengungen der Foramina intervertebralia führt und radikuläre Symptome auslöst.

In den eigenen Untersuchungen ist klargestellt worden, dass ein verkleinertes Winkelmass nicht in allen Fällen zu einer lumbosacralen Lordose führt, und erst recht nicht einer verstärkten Wirbelkörperkippstellung entspricht. Vielmehr kann die lordotische Abknickung auf das nächst höhere Segment verschoben sein, um von hier weitgehend die Gesamtkrümmung des Lenden-Kreuzbein-Abschnittes zu vollziehen. Es wurde wiederholt darauf hingewiesen, dass Einengungen der Foramina intervertebralia in ihrer pathogenetischen Bedeutung vorsichtig bewertet werden müssen. Deshalb hat auch Max LANGE den lumbosacralen Hyperlordosen bei

Assimilationsstörungen nur eine fakultative Krankheitsbedeutung zugesprochen.

DROGULA verlegt das klinische Interesse ebenfalls auf kleine Neigungswinkelwerte. Vergleichsmessungen bei Lumbago-Ischiaspatienten haben ergeben, dass Lenden-Kreuzbein-Winkel unter $138,0^{\circ}$ - Neigungswinkel schon unter $151,0^{\circ}$ - radikuläre Symptome erfassen. Deshalb glaubt DROGULA, sei das Neigungswinkelsystem dem Lenden-Kreuzbein-Winkelsystem überlegen.

Hier vorgenommene Winkelanalysen beider Systeme haben gezeigt, dass die funktionelle Erfassung des praesacralen Wirbels eine grössere Stellungsänderung zulässt, als der Lenden-Kreuzbein-Winkel. In der grösseren Streuung des Neigungswinkels sind zumindest morphologische Situationen kleiner Lumbosacralwinkel enthalten.

JUNGHANNS hat umfassende Messungen an seinem Lenden-Kreuzbein-Winkelsystem vorgenommen. Die Winkelwerte gesunder Personen und Patienten mit Kreuzschmerzen waren in seinem Material so gleichmässig verteilt, dass keine Aufgliederung erforderlich war. Auch Alter und Geschlecht, sowie die häufig vorhandene Chondrosis intervertebralis zeigten keine auffälligen Winkelverschiedenheiten. Die Schwankungsbreite der Werte wurde in keinem Fall durch abnorme Winkelmasse überschritten. Eine direkte Beziehung zwischen Kreuzschmerzen und bestimmten Winkelwerten bestand nicht.

Die eigenen Ergebnisse stimmen mit diesen Untersuchungen in allen Punkten überein. Zur Winkelmessung standen zwar keine gesunden Personen zur Verfügung; dennoch konnte an den pathologischen Veränderungen gezeigt werden, dass sie nicht Ursache der kleinen Winkelmasse sind.

Während bei JUNGHANNS der Durchschnittswert bei $145,0^{\circ}$ liegt, fand WYNEN für dieses Winkelsystem $135,0^{\circ}$. ROBINSON und GRIMM geben ihn dagegen mit $155,0^{\circ}$ an. Ausserdem stellten die beiden Untersucher fest, dass ihre Patienten unter $145,0^{\circ}$ nicht zu erklärende Kreuzschmerzen hatten, die demzufolge auf die Winkelverhältnisse zurückgeführt werden mussten.

Der Zusammenstellung dieser Untersuchungsbefunde ist zu entnehmen, dass die Streuung der Mittelwerte 20° beträgt. Auch hier zeigt sich, dass eine Bewertung der Winkelmasse bestenfalls nach Dekaden vorzunehmen ist. In dieser Spanne sind jedoch bedeutsame morphologische Einzelsituationen enthalten, die nicht differenziert werden. Eine morphologisch noch so geringfügige Änderung kann ein günstigeres oder auch ungünstigeres funktionelles Verhalten für das Segment bedeuten. Im Gegensatz zu den extremen Grössenunterschieden bei Wirbelfehlstellungen bleiben hier die Mittel unerkannt, mit denen der Organismus im Notfall Rekompensationen durchführen kann. Es ist damit auch nicht bekannt, ob die Stellungsänderung durch optimale Anpassungserscheinungen oder unvorteilhafte Notwendigkeiten erkaufte worden ist. Infolge dieser Möglichkeiten muss dem Lenden-Kreuzbein-Übergang eine besondere klinische Bedeutung beigemessen werden.

Bei den vielgestaltigen Formen adaptieren sich Funktion und Statik zu schwer fassbaren Bildern, bei denen die Übergänge vom noch Normalen in das schon Pathologische fließend sind. Die Gesamtheit der unterschiedlichen Situationen lässt sich ebenso wenig in einem Winkelmaß ausdrücken, wie die vielfältigen Störungen mit dem Winkelmesser bestimmt werden können.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Arbeit hat sich zur Aufgabe gestellt, das Problem pathologischer Winkelverhältnisse am Lenden-Kreuzbein-Übergang aus anderer Sicht erneut darzustellen. Dabei geht es weniger um Nachmessungen an einem geeigneten Röntgenmaterial, als vielmehr um die Brauchbarkeit aufgestellter Winkelsysteme. Ihre Leistung ist von vornherein entscheidend, ob eine klinische Bewertung sinnvoll oder aussichtslos ist.

Bei den Untersuchungen an 136 Röntgenaufnahmen hat sich herausgestellt, dass zwei häufig diskutierte Winkelmasse - der Neigungswinkel nach ALBRECHT und der Lenden-Kreuzbein-Winkel nach JUNGHANNS - die praesacrale Wirbelkörperkipstellung nicht erfassen. Hauptursachen sind technisch unzureichend ermittelte Kippstellungen, bei denen sich Abkippung der Wirbelkörper von der Abknickung ihrer Flächen gegen die Nachbarsegmente überschneiden. Die Folge sind unterschiedliche Segmentstellungen innerhalb gleicher Winkelmasse.

Deshalb wurde eine Analyse des Neigungswinkelmasses durchgeführt, um die wirksamen Kantenverhältnisse zur

Grundlage einer Bewertung zu machen. Dabei konnten aus den gegenseitigen Segmentstellungen p r a e - s a c r a l e W i r b e l f e h l s t e l l u n g e n eliminiert werden, die als ungünstigste morphologische Situation in der inneren Struktur kleiner Winkelmasse zu bewerten sind.

Auch unter Berücksichtigung funktioneller und statischer Komponenten kommt ihnen nur in bestimmten Fällen der Wert erhöhter Krankheitspotentiale zu. Darüber hinaus kann den fixen Segmentstellungen in keinem Fall ein eigenes Krankheitsbild beigemessen werden.

D i e G r e n z e n d e r W i n k e l - b e s t i m m u n g sind auf die Unbrauchbarkeit der Winkelmasse zurückzuführen, den verschiedenen Krankheitswert aus einer Vielfalt morphologischer Situationen heraus zu erfassen. Deshalb muss die Winkelmessung als irreführender Faktor klinischer Diagnostik herausgestellt werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- ALBRECHT, K.: Die Bedeutung der röntgenologisch feststellbaren Fehlstellung des praesacralen Wirbels bei der Begutachtung von Patienten mit Kreuzschmerzen und Ischias.
Mschr. Unfallhk. 56, 365 (1953)
- Die Fehlstellung des praesacralen Wirbels und ihre Bedeutung bei der Diagnose des Bandscheibenprolapses.
Fortsch. Röntgenstr. 79, 461 (1953)
- BRADFORD, F.K., und SPURLING, R.G.: Die Bandscheibe - unter besonderer Berücksichtigung der Ruptur des Anulus fibrosus mit Prolaps des Nucleus pulposus.
(Dtsch. Ausg.)
F. Enke Verlag Stuttgart 1950
- BROCHER, J.E.W.: Neuere Ergebnisse der Wirbelsäulendiagnostik in: Schinz, H.R., Glauner, R., Uehlinger, E.
(Hrsg.)
Röntgendiagnostik Ergebnisse 1952-1956
G. Thieme Verlag Stuttgart 1957
- Die Wirbelsäulenleiden und ihre Differentialdiagnose.
G. Thieme Verlag Stuttgart 1959

- CRAMER, A.: Störungen in der Entwicklung und Leistungsfähigkeit der Wirbelsäule.
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis Bd.V
Hippokrates Verlag Stuttgart 1958
- DANFORTH, W.S.
und WILSON, P.D.: Zitiert nach Bradford-Spurling
Die Bandscheibe, F.Enke Verlag Stuttgart 1950
- DROGULA, H. K.: Wirbelfehlstellung im Bereich der lumbo-
sacralen Grenze bei Lumbago-Ischiaspatienten.
Münch. med. Wschr. 98, 155 (1956 I)
- DUUS, P.
und KAHLAU, G.: Welche pathogenetische Bedeutung hat der
Bandscheibenvorfall im Bereich der Lenden-
wirbelsäule.
Bruns' Beitr. klin. Chir. 180, 1 (1950)
- DUUS, P., KAHLAU, G.
und KRÜCKE, W.: Allgemeine pathologische Betrachtungen über
die Einengung der Foramina intervertebralia.
Langenbeck's Arch. und
Dtsch. Z. Chir. 268, 341 (1951)
- EMMINGER, E.: in Zukschwerdt, L., Emminger, E.,
Biedermann, F. und Zettel, H.:
Wirbelgelenk und Bandscheibe. 2. Aufl.
Hippokrates Verlag Stuttgart 1960
- ERDMANN, H.: Die Verspannung des Wirbelsockels im
Beckenring.
Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis Bd.I
Hippokrates Verlag Stuttgart 1956
- FICK, R.: Mechanik der Wirbelsäule.
Handbuch der Anatomie und Mechanik der
Gelenke. Teil III. G.Thieme Verlag Jena 1910

- GÜNTZ, E.: Haltungsveränderungen der Wirbelsäule bei
Erkrankung der Zwischenwirbelscheiben und
ihre Beziehungen zu Rückenschmerzen.
Röntgenpraxis 8, 73 (1936)
- GUTZEIT, K.: Zur Symptomauslösung und Therapie
spondylogener Erkrankungen.
Münch. med. Wschr. 99, 1745 (1957 II)
- HEISE, H.: Über Anomalien der Lendenwirbelsäule
Dtsch. Z. Chir. 227, 349 (1930)
- JUNGHANNS, H.: Der Lumbosacralwinkel.
Dtsch. Z. Chir. 213, 322 (1929)
Lendenkreuzbeinegend und Becken.
Chirurg. 6, 135 (1934)
- KELLER, G.: Die Bedeutung der Veränderungen an den
kleinen Wirbelgelenken als Ursache des
lokalen Rückenschmerzes.
Zschr. Orthop. 83, H 2 und 4 (1953)
- Überlastungsschäden an den kleinen
Wirbelgelenken.
Zschr. Orthop. 90, H 4 (1958)
- KUHLENDahl, H.: Über die Beziehungen zwischen anatomischer
und funktioneller Läsion der lumbalen
Zwischenwirbelscheiben und den klinischen
Erscheinungsbildern der Kreuzschmerzen und
Ischialgien.
Ärztl. Wschr. 5, 281 (1950)
- LANGE, M.: Die Wirbelgelenke.
F. Enke Verlag Stuttgart 1934

- LEGER, W.: Die Form der Wirbelsäule mit Untersuchungen über ihre Beziehungen zum Becken und der Stabilität des aufrechten Ganges.
Beih. Zschr. Orthop. 91 (1959)
- LIECHTI, A.: Die Röntgendiagnostik der Wirbelsäule und ihre Grundlagen.
Springer Verlag Wien 1944
- MARTIN, E.: Das jugendliche menschliche Becken.
Anat. Anz. 97, 196 (1949)
- MARTIUS, H.: Die Kreuzschmerzen der Frau. 4. Aufl.
G. Thieme Verlag Stuttgart 1953
- MÜLLER, W. und ZWERG, H.G.: Röntgenologisch-metrische Untersuchungen über Form und Stellung des Kreuzbeines mit Beobachtung über die Entstehung der Spondylolisthesis.
Bruns' Beitr. klin. Chir. 149, 155 (1930)
- REISCHAUER, F.: Lumbago, Ischialgie und Brachialgie in ihrer Beziehung zur Bandscheibe.
Arch. klin. Chir. 267, 418 (1951)
- RETTIG, H.: Patho-Physiologie angeborener Fehlbildungen der Lendenwirbelsäule und des Lendenwirbelsäulen-Kreuzbeinüberganges.
Beih. Zschr. Orthop. 91 (1959)
- ROBINSON und GRIMM: Zitiert in Schmorl-Junghanns.
Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik.
3. Aufl. G. Thieme Verlag Stuttgart 1953

- ROOFE, P.G.: Zitiert nach Bradford-Spurling.
Die Bandscheibe.
F. Enke Verlag Stuttgart 1950
- SCHEDE, F.: Grundlagen der Körperlichen Erziehung.
F. Enke Verlag Stuttgart 1935
- SCHERB, R.: Spondylolisthesis, Sacrum acutum, Sacrum
arcuatum und Regio Lumbalis fixa als
häufige Ursachen von Kreuzschmerzen.
Zschr. Orthop. Chir. 50, 304 (1928)
- SCHINZ, H.R. et. al.: Lehrbuch der Röntgendiagnostik 5. Aufl.
G. Thieme Verlag Stuttgart 1952
- SCHMORL, G.
und JUNGHANN, H.: Die gesunde und die kranke Wirbelsäule
in Röntgenbild und Klinik.
3. Aufl. G. Thieme Verlag Stuttgart 1953
- SCHUBERTH, E. v.: Röntgenuntersuchungen des knöchernen
Beckens im Profilbild. Exakte Messung
der Beckenneigung am Lebenden.
Zbl. Gynäk. 17, 1064 (1929)
- SEYS, R.: Zur Röntgenologie der kindlichen
Wirbelsäule.
Fortschr. Röntgenstr. 74, 434 (1951)
- STEHLE, F.: Kreuzschmerzen unter besonderer
Berücksichtigung der Entwicklungs-
geschichte und der statischen Verhältnisse.
Med. Klinik 865 (1938)
- STIEGELE, A.: Über Kreuzschmerzen.
Hippokrates H 23, 13 (1952)

- THOMSEN, W.: Die statischen Anomalien der Wirbelsäule und ihre Behandlung.
Regensb. Jahrb. ärztl. Fortb. Bd. IV
Schattauer Verlag Stuttgart 1955
- TÖNDURY, G.: Anatomische Betrachtungen zur Entwicklung des Lendenwirbelsäulen-Kreuzbeingebietes unter besonderer Berücksichtigung der Spondylolisthesis.
Hefte Unfallhk. 48, 124 (1955)
- Neuere Ergebnisse über die Entwicklungsphysiologie der Wirbelsäule.
Arch. orthop. Unfallchir. 45, 313 (1952)
- WEIDENREICH, W.: Über das Hüftbein und das Becken der Primaten und ihre Umformung durch den aufrechten Gang.
Anat. Anz. 44, 497, (1913)
- WHITMANN, A.: Varietäten des Lumbosacralgelenkes.
Ref. Zorg. Chir. 30, 301 (1925)
- WIBERG, G.: Rückenschmerzen in Beziehung zur Innervation der Zwischenwirbelscheiben.
Ref. Zorg. Chir. 121, 49 (1951)
- WYNEN, W.: Die Bedeutung der Bandscheibe für die Differentialdiagnose bei traumatischen, entzündlichen und kongenitalen Wirbelerkrankungen.
Bruns' Beitr. klin. Chir. 142, 322 (1928)
- ZUKSCHWERDT, L.,
EMMINGER, E.,
BIEDERMANN, F. und
ZETTEL, H.: Wirbelgelenk und Bandscheibe.
2. Aufl. Hippokrates Verlag Stuttgart 1960

Lebenslauf

Am 21. November 1927 wurde ich, Heinz Fritz Klaus RIHM, als Sohn des Ingenieurs Friedrich RIHM und seiner Ehefrau Johanna RIHM, geborene HOERNER, in Berlin geboren.

Nach der Grundschule besuchte ich bis zur Einberufung zum Kriegsdienst die Humboldtschule - Oberschule für Jungen - in Berlin-Tegel. In die Schulzeit fiel die Dienstverpflichtung als Luftwaffenhelfer. Dann folgten Arbeitsdienst und Wehrmacht. Nach Entlassung aus russischer Kriegsgefangenschaft besuchte ich nochmals die Humboldtschule und legte 1948 die Reifeprüfung ab. Infolge der damaligen Verhältnisse wurde mir erst 1950 die Zulassung zum Studium der Medizin an der Freien Universität Berlin erteilt. Bis zu diesem Zeitpunkt arbeitete ich im Laboratorium für hygienische Zoologie des Robert Koch-Institutes in Berlin-Dahlem. Im Wintersemester 1949 war ich an der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Freien Universität Berlin immatrikuliert und wechselte 1950 zur Medizinischen Fakultät. Mein gesamtes Medizinstudium absolvierte ich an der Freien Universität Berlin. Nach einer durch Krankheit verlängerten Studiendauer bestand ich 1954 das Physikum und im Frühjahr 1958 das Staatsexamen. Während der klinischen Semester war ich als studentische Arbeitskraft in der Epidemiologischen Arbeitsgruppe beim Senator für Gesundheitswesen beschäftigt.

Im August 1959 wurde mir die Bestallung als Arzt erteilt. Meine klinische Ausbildung erhielt ich auf mehreren Abteilungen des Städtischen Krankenhauses Berlin-Moabit. Seit Oktober 1959 arbeite ich als Assistenzarzt und später als Stationsarzt auf der Chirurgischen Abteilung des Städtischen Krankenhauses Berlin-Neukölln.

